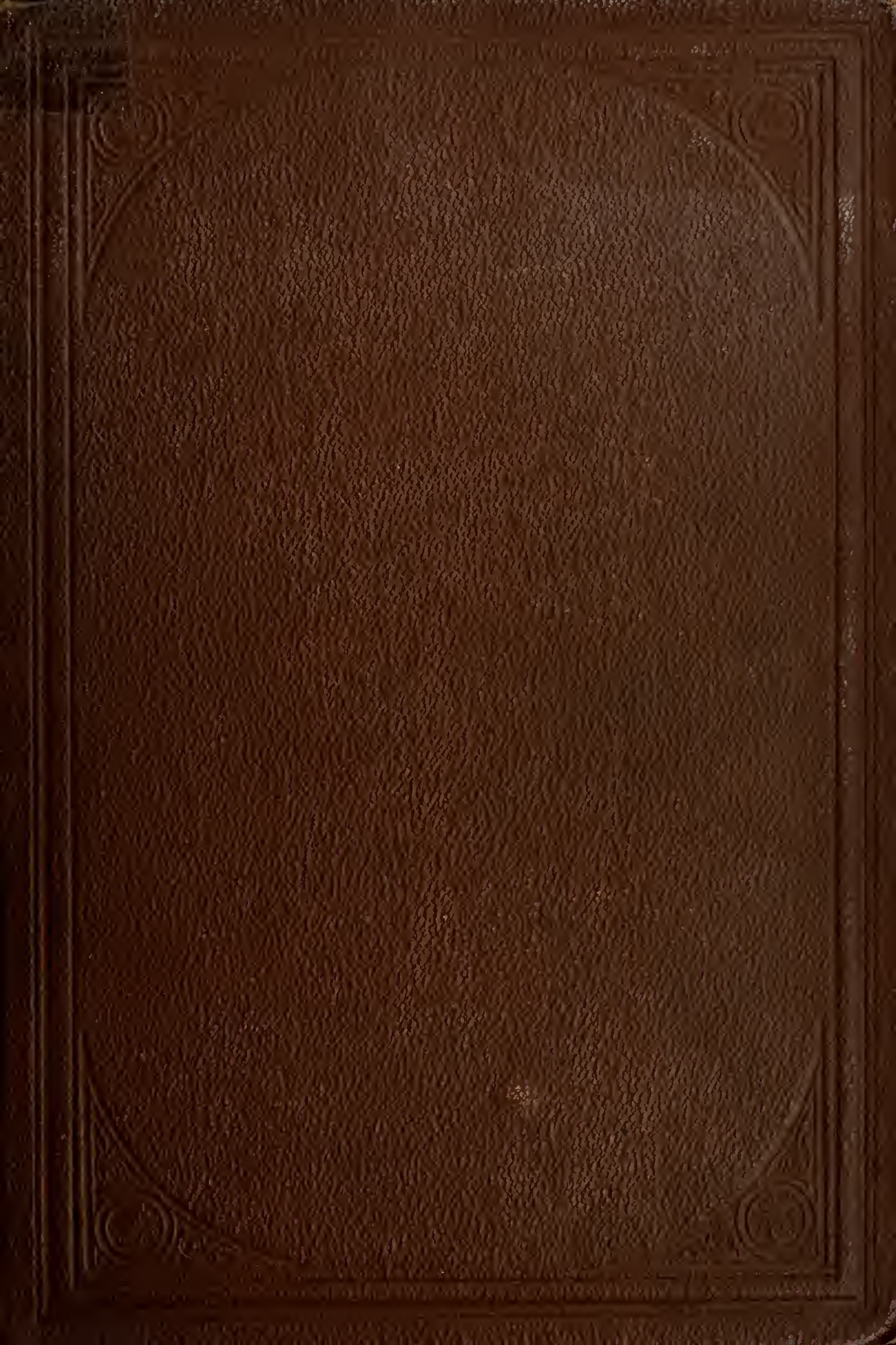
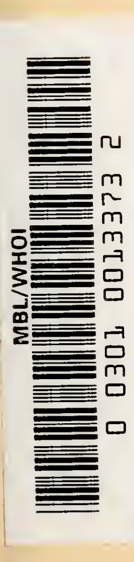



MBL/WHOI
0 0301 0013373 2

LEHRBUCH

DER

BOTANIK

FÜR

MITTLERE UND HÖHERE LEHRANSTALTEN

VON

DR. K. PRANTL

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER K. B. FORSTLEHRANSTALT
IN ASCHAFFENBURG.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHS DER BOTANIK VON JUL. SACHS.

MIT 301 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

FÜNFTE, VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1883.

Vorwort zur ersten Auflage.

Der Gedanke, ein Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen zu bearbeiten, welches die wichtigsten Ergebnisse ungefähr in dem Sinne, wie es in dem Lehrbuche von Sachs geschehen ist, darböte, ist von dem Herrn Verleger ausgegangen. Indem ich mich dieser Aufgabe um so lieber unterzog, als mir dabei der Rath und die Beihilfe des Herrn Prof. Sachs nicht fehlte, konnte ich mir nicht verhehlen, daß ein etwaiger bloßer Auszug aus dem Werke Sachs' den Anforderungen eines Schulbuches kaum entsprechen würde, daß es vielmehr nöthig werden dürfte, wenigstens in einzelnen Partien wesentliche Änderungen vorzunehmen. Im Folgenden will ich kurz angeben, inwieweit dies geschehen ist.

Vor Allem schien es gerade für diesen Zweck wünschenswerth, die Physiologie mit der Anatomie und Morphologie in nähere Verbindung zu bringen. Konnte in diesem Theile, den wir als die allgemeine Botanik zusammenzufassen pflegen, eine enge Anlehnung an das Lehrbuch von Sachs stattfinden, so schien es dagegen gerathen, in der speziellen Botanik umfassendere Änderungen vorzunehmen, da die Kenntnis der einzelnen Pflanzenformen gerade für den Schüler eine Hauptsache ist, während diese dagegen im genannten Lehrbuch bereits vorausgesetzt wird. Dieser Behandlung entsprechend, war mir hier auch mehr Gelegenheit geboten, nach Inhalt und Darstellung selbständiger vorzugehen.

Im System der Phanerogamen bin ich zwar vorzugsweise den im Sachs'schen Lehrbuche gegebenen Andeutungen gefolgt, glaubte jedoch die dort am Schlusse aufgeführten zweifelhaften Familien der Dicotyledonen unter die anderen, wenn auch bisweilen etwas gewaltsam, einreihen zu müssen, da viele derselben durch ihre zahlreiche Vertretung und Anwendung sicher nur ungern in einer zusammenhängenden Aufzählung der wichtigsten Pflanzen vermißt würden.

Indem ich die Gamopetalen an den Schluß der Dicotylen stellte und die Perigynen unter die Tetracyclicae mit einbezog, versuchte ich das System in etwas nähere Übereinstimmung mit den anderen vielfach benützten Systemen (Decandolle, Endlicher) zu bringen und dadurch dem Anfänger, der ja nebenbei noch Floren benutzen muß, die Orientirung zu erleichtern.

Da die Charakteristik der Ordnungen und Familien der Phanerogamen wesentlich auf dem Blüthenbau beruht, so schien es, zumal im Interesse der gebotenen Kürze, zweckmäßig, die Blüthen-Formeln nach der von Sachs eingeschlagenen Methode zu erweiterter Geltung zu bringen. Die morphologischen Angaben, welche als Grundlage für die Aufstellung neuer Formeln dienen mußten, habe ich zumeist den bekannten Werken von Payer, Döll, Decaisne und Maout und Endlicher entnommen.

Die Abbildungen wurden zum größten Theile aus dem Lehrbuche von Sachs herübergenommen, es kamen hierzu noch 48 neue Holzschnitte, welche, zum Theil in schematischen Figuren, das Verständnis erleichtern sollen. Von einer weiter gehenden Vermehrung der Abbildungen in der Systematik der höheren Pflanzen glaubte ich Umgang nehmen zu müssen, da hier die Demonstration des Lehrers an lebendem Material weit bessere Dienste leistet, als die sorgfältigste Abbildung, und zudem kein Ende in der Auswahl abzusehen gewesen wäre.

Würzburg,
botanisches Institut, im Januar 1874.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem schon in dem kurzen Zwischenraume von zwei Jahren eine neue Auflage dieses Büchleins nothwendig geworden war, konnte es sich bei deren Bearbeitung nur in geringerem Grade um die Berücksichtigung neuer Forschungsresultate, als vielmehr vorzugsweise um die Verbesserung der in der ersten Auflage hervortretenden Mängel handeln. War ich auch im Unterschiede von der mir bei der ersten Bearbeitung zu Theil gewordenen freundlichen Unterstützung nunmehr vollkommen auf mich selbst angewiesen, so standen mir dafür die Erfahrungen zur Seite, die mir die ausgedehntere eigene Lehrthätigkeit an die Hand gab.

Die wesentlichste Veränderung mußte die in der ersten Bearbeitung zu knapp gehaltene Systematik der Phanerogamen erfahren. Ich versuchte diesmal die wichtigeren Familien ausführlicher zu behandeln und außer einer sorgfältigeren Angabe der Diagnosen auch noch einiges morphologische Detail anzufügen. Als wesentlichste Hilfsmittel dienten mir hierbei Eichler's »Blüthendiagramme«, sowie dessen »Syllabus der Vorlesungen über Phanerogamenkunde«, welch letzterem ich mich auch in der Schreibweise der Blüthenformeln anschloß. Den wichtigeren Familien sind zahlreiche Abbildungen beigegeben, welche deren hervorragendste Eigenthümlichkeiten zu illustriren geeignet sein dürften. Im Allgemeinen habe ich die Anordnung der Dicotyledonen in der bisherigen Weise belassen: doch konnte ich nicht umhin, einigen Familien und Ordnungen einen geeigneteren Platz anzuweisen, so z. B. die Thymelaeinen zu den Monochlamydeen, die Juglandeen zu den Terebinthinen zu stellen.

Eine neue Bearbeitung erfuhren die Gefäßkryptogamen, indem ich die gröberen morphologischen Verhältnisse gegenüber den entwickelungsgeschichtlichen Details mehr in den Vordergrund treten lassen mußte. In der Systematik der Thallophyten konnte ich mich der in der vierten Auflage von Sachs' Lehrbuch vorgeschlagenen Vereinigung von Algen und Pilzen aus verschiedenen Gründen nicht anschließen, versuchte jedoch eine verbesserte systematische Übersicht der beiden Klassen.

Von weit geringerem Belange sind die Änderungen und Zusätze im allgemeinen Theile, welcher fast nur durch zahlreiche Abbildungen im dritten Kapitel, der Morphologie, erweitert wurde.

Würzburg, im Juni 1876.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Veränderungen, zu welchen ich mich gelegentlich dieser dritten Auflage veranlaßt sah, schienen mir sowohl durch die Erfahrungen geboten, welche ich während der letzten Jahre, in selbständiger Stellung mit dem Unterrichte in der gesammten Botanik betraut, zu sammeln Gelegenheit hatte, als auch durch den Fortschritt der Wissenschaft selbst.

Es schien mir vor Allem wünschenswerth, die Lehre von der äußeren Gliederung, als den dem Anfänger am leichtesten zugänglichen Theil, voranzustellen und hierdurch in der Gesammtanordnung Physiologie und Anatomie unmittelbar aneinanderzureihen. Wenn ich in diesem Theile, sowie auch gelegentlich in der Anatomie und Systematik die einheimischen Holzpflanzen eingehender berücksichtigte, so dürfte dies auch anderen Lesern, die nicht gerade die Pflege des Waldes zu ihrem Beruf erwählt haben, nicht unwillkommen sein, da ja doch Größe und Massenhaftigkeit des Vorkommens auch abgesehen von dem vielfachen Nutzen den Holzpflanzen ein gesteigertes Interesse zuwenden dürften.

Von neueren Forschungen, welche zu wichtigen Änderungen Anlaß gaben, seien besonders de Bary's Vergleichende Anatomie und Eichler's Blüthendiagramme genannt. Letzterem Werke folgte ich vorzugsweise in der Systematik der Eleutheropetalen, welche hierdurch eine völlige Umarbeitung erfahren mußte. Außerdem suchte ich durchgehends bei den wichtigeren Familien sowohl der Kryptogamen (hier besonders bei den Pilzen), als der Phanerogamen die Detailangaben zweckentsprechend zu erweitern.

Die Anzahl der Holzschnitte hat auch diesmal eine freilich nur geringe Vermehrung erfahren.

Daß der Titel in »Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten« abgeändert wurde, glaube ich damit rechtfertigen zu können, daß das Buch erfahrungsgemäß vielfach an Hochschulen Eingang gefunden hat.

Aschaffenburg, im November 1878.

Der Verfasser.

Vorwort zur vierten Auflage.

Die in dieser Auflage eingetretenen Veränderungen bestehen hauptsächlich in einer Umarbeitung der Morphologie, in welcher den allgemeinen Gesetzen ein besonderes Kapitel gewidmet wurde, in einer ausführlicheren Darstellung der Anatomie und einer Umarbeitung des Systems der Thallophyten, welche durch de Bary's diesbezüglichen Aufsatz in der Botanischen Zeitung glücklicherweise noch in letzter Stunde ermöglicht wurde. Auch das Kapitel über Fortpflanzung und Befruchtung erfuhr eine weitere Ausarbeitung. In der Systematik der Phanerogamen habe ich das von Eichler in der zweiten Auflage des Syllabus aufgestellte System fast vollständig adoptirt und habe mir außer der Einreihung der »Hysterophyta« nach den Julifloren nur geringe Abweichungen in der Reihenfolge einiger Familien gestattet, und zwar hauptsächlich aus didaktischen Gründen. An zahlreichen Stellen wird man neueren Forschungen entsprechende Änderungen von geringerem Umfange finden, so z. B. in dem Paragraphen über Entstehung der Zellen, bei den Lebermoosen u. a.

Die Anzahl der Holzschnitte wurde um 20 vermehrt, sowie einzelne Figuren durch bessere ersetzt.

Nachdem bereits früher wiederholte Anfragen betreffs Übersetzung dieses Buches in fremde Sprachen eingelaufen waren, ist nunmehr eines dieser Projekte, die Übersetzung ins Englische durch Hrn. Vines zur Ausführung gelangt; ich bedaure indeß, von der Vollendung derselben außer den Literaturberichten nur durch ein mir von Hrn. Vines gezeigtes Exemplar Kenntnis erhalten zu haben.

Aschaffenburg, im Mai 1881.

Der Verfasser.

Vorwort zur fünften Auflage.

In dieser Auflage ist die Anordnung des Stoffes unverändert geblieben; eine neue Bearbeitung erfuhr nur die Physiologie, wozu durch Sachs' Vorlesungen über Pflanzenphysiologie die Veranlassung gegeben war. Änderungen von geringerem Umfange, welche man wieder an zahlreichen Stellen bemerken wird, waren theils durch das Bestreben möglichster Verbesserung, theils durch neuere Forschungsresultate bedingt. Ebenso wurden die Holzschnitte zum Theil durch bessere ersetzt, sowie im Ganzen um 6 Nummern vermehrt.

Aschaffenburg, im Oktober 1883.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Erster Theil.

Die äufsere Gestalt der Pflanzen (Morphologie).

Seite

Erstes Kapitel. Allgemeine Gesetze 1

Zweites Kapitel. Glieder des Pflanzenkörpers 13

Zweiter Theil.

Die innere Struktur der Pflanzen (Anatomie).

Erstes Kapitel. Die Zelle 31

Zweites Kapitel. Die Gewebe 46

Dritter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel. Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen 79

Zweites Kapitel. Die Ernährung 84

Drittes Kapitel. Das Wachsthum 99

Viertes Kapitel. Die Reizbewegungen 104

Fünftes Kapitel. Die Fortpflanzung und der Generationswechsel 110

Vierter Theil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung 118

Erste Gruppe. Die Thallophyten 122

Klasse I. Schizophyta 124

- II. Conjugatae 126

- III. Diatomeae 127

- IV. Chlorophyceae 128

- V. Phaeophyceae 133

Seite
Klasse VI. Characeae . . . 134
- VII. Rhodophyceae (Florideae) . . . 135
- VIII. Myxomycetes, Schleimpilze . . . 136
- IX. Fungi, echte Pilze . . . 137
Zweite Gruppe. Die Muscineen . . . 158
Klasse X. Hepaticae, Lebermoose . . . 162
- XI. Musci, Laubmoose . . . 166
Dritte Gruppe. Die Pteridophyten (Gefäßkryptogamen) . . . 170
Klasse XII. Filicinae . . . 173
- XIII. Equisetinae . . . 180
- XIV. Lycopodinae . . . 182
Vierte Gruppe. Die Gymnospermen . . . 184
Klasse XV. Cycadeae . . . 188
- XVI. Coniferae . . . 189
- XVII. Gnetaceae . . . 194
Fünfte Gruppe. Die Angiospermen . . . 195
Klasse XVIII. Monocotyledones . . . 225
- XIX. Dicotyledones . . . 245
I. Unterklasse. Juliflorae . . . 250
II. - Monochlamydeae (Hysterophyta) . . . 258
III. - Eleutheropetalae . . . 260
IV. - Gamopetalae . . . 298
Register . . . 319

Erster Theil.

Die äufsere Gestalt der Pflanzen (Morphologie).

§ 1. Der Pflanzenkörper baut sich aus verschiedenen Theilen auf, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Stengel, Blätter, Wurzeln, Knospen, Blüthen, Früchte u. s. w. unterschieden werden. Die wissenschaftliche Betrachtung dieser Theile kann einen doppelten Weg gehen: wir untersuchen entweder ihre Verrichtung, ihre Funktion im Leben des ganzen Pflanzenkörpers, und von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen sie als Werkzeuge für diese Verrichtungen, als Organe, und sind als solche Gegenstand der Physiologie. Berücksichtigen wir aber ihre gegenseitigen Stellungsverhältnisse, den Ort und die Art ihrer Entstehung, die Art ihres Wachsthums, ihre Größenverhältnisse, so erscheinen sie als bloße Theile der Form und können als Glieder bezeichnet werden. Bei dieser, der morphologischen Betrachtungsweise, der wir uns zunächst zuwenden, ergeben sich für die Entstehung und Anordnung der einzelnen Glieder allgemeine Gesetze, welche für sämmtliche, mögen es Stengel, Blätter oder Wurzeln u. s. w. sein, Geltung haben.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Gesetze.

§ 2. **Symmetrieverhältnisse der Glieder des Pflanzenkörpers.** Wenn wir von einigen der niedrigst organisirten Pflanzenformen absehen, so läßt jedes Glied zwei einander gegenüberliegende verschiedene Enden erkennen, einerseits die Basis, andrerseits die Spitze oder den Scheitel. Die Basis ist für seitlich entstandene Glieder (z. B. Blätter, Seitenzweige) der Ort des Zusammenhangs mit dem Gliede, an welchem sie entstanden sind, allgemein ausgedrückt der Ort, wo das Glied entstand und zu wachsen begann. Ein in der Richtung von der Basis zum Scheitel geführter oder gedachter Schnitt heißt ein Längsschnitt;

senkrecht auf dem Längsschnitt steht der Querschnitt. Jeder Querschnitt besitzt einen organischen Mittelpunkt, welcher aber mit dem geometrischen Mittelpunkt nicht zusammenzufallen braucht (z. B. Querschnitt eines Baumstammes, dessen Jahrringe um ein nicht immer im geometrischen Mittelpunkt liegendes Zentrum angeordnet sind). Längsachse ist diejenige Linie, welche die organischen Mittelpunkte sämmtlicher Querschnitte verbindet.

Je nachdem ein Pflanzentheil rings um die Längsachse gleich gebaut ist, oder einen Gegensatz verschiedener Seiten erkennen läßt, unterscheiden wir multilaterale, bilaterale und dorsiventrale Pflanzentheile. Es beziehen sich diese Ausdrücke sowohl auf die Gestalt einzelner Glieder, als auf die Stellung und Gestalt der Seitenglieder, sowie auch auf den inneren Bau.

Multilateral oder radiär heißen solche Pflanzentheile, welche rings um die Längsachse gleich gebaut sind, somit einen Unterschied verschiedener Seiten nicht erkennen lassen; so sind z. B. ein zentral gestielter Hut eines Pilzes, ein Apfel, ein annähernd zylindrischer Baumstamm ihrer Gestalt nach multilateral. Der Stellung von Seitengliedern nach sind viele aufrechte Stengel mit allseitig entspringenden Blättern, die Stämme der Tannen, Fichten mit allseitig angeordneten Zweigen multilateral; ebenso, wenn wir die Gestalt der Seitenglieder (hier der Blumenblätter) mit berücksichtigen, die Blüthen der Rose, Tulpe. Solche Pflanzentheile kann man durch mehrere axile Längsschnitte symmetrisch, d. h. so theilen, daß die Hälften symmetrisch gleich sind, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand; und zwar sind die durch verschiedene Schnitte erhaltenen Hälften nicht wesentlich von einander verschieden. An einem Hutpilz, einem Tannenbaum sind sehr viele solche in gleicher Weise symmetrisch theilende Schnitte möglich, an einer Tulpe jedoch, wenn wir die Schnitte auch durch die Längsachsen der Seitenglieder (hier die Mitte der Blumenblätter) legen, nur drei.

Bilateral sind solche Pflanzentheile, welche an zwei einander gegenüberliegenden Seiten, rechts und links, gleich, aber verschieden von den übrigen Seiten gebaut sind, so z. B. eine Wallnuß, welche durch die Fuge in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, ein Zweig der Ulme, welcher die Blätter in zwei Zeilen, rechts und links trägt, die Blüthe von Dielytra. An den genannten Beispielen, welche bilateral im engeren Sinne genannt werden können, lassen sich die Bezeichnungen rechts und links beliebig vertauschen, weil in der dazu rechtwinkeligen Richtung eine Verschiedenheit der Seiten nicht existirt; es sind hier zwei in verschiedener Weise symmetrisch theilende, auf einander senkrecht stehende axile Längsschnitte möglich.

Die meisten bilateralen Pflanzentheile jedoch sind zugleich dorsiventral, d. h. zwei einander gegenüberliegende Seiten, die Rücken- und die Bauchseite sind von einander verschieden, während rechte und linke Seite einander spiegelbildlich ähnlich sind; es existirt somit hier dieselbe Symmetrie wie am menschlichen Körper, und es giebt überhaupt

nur einen einzigen symmetrisch theilenden Schnitt; derselbe verläuft von der Rücken- zur Bauchseite. Der Gestalt nach sind z. B. die meisten flachen Blätter dorsiventral, bezüglich der Stellung seitlicher Glieder sind es z. B. die blühenden Zweige des Vergißmeinnicht und verwandter Pflanzen, welche nur auf der Rückenseite Blüthen, rechts und links häufig Blätter tragen, ferner die meisten Lebermoose. Durch die Gestalt der seitlichen Glieder werden dorsiventral z. B. die Zweige der Thujen, die Blüthen des Veilchens, Rittersporns, Löwenmauls u. s. w.

Wie aus Obigem hervorgeht, ist die Dorsiventralität ein spezieller Fall der Bilateralität; es darf jedoch nicht übersehen werden, daß es auch dorsiventrale Pflanzentheile giebt, welche streng genommen nicht bilateral sind, welche zwar Rücken- und Bauchseite, aber keine rechte und linke Seite erkennen lassen, wie z. B. manche Hutpilze (Lenzites abietinus), oder solche, deren rechte und linke Seite auffallend verschieden sind, wie die Blätter vieler Begonien.

Es wurde bereits oben hervorgehoben, daß die Ausdrücke multilateral, bilateral und dorsiventral auf verschiedene Verhältnisse der Pflanzentheile angewendet werden, und es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß ein und derselbe Pflanzentheil, je nach dem Verhältnis, das wir gerade ins Auge fassen wollen, auf alle drei Prädikate Anspruch machen kann. So ist z. B. ein Zweig der Weißtanne seiner Gesammterscheinung nach dorsiventral, da er Rücken- und Bauchseite deutlich unterscheiden läßt; untersuchen wir aber die Stellung, die Einfügung der Blätter (Nadeln), so ist dieselbe rings um den Zweig gleichmäßig: bezüglich der Blattstellung ist derselbe also radiär; die Anordnung der weiteren Seitenzweige dagegen, welche rechts und links entspringen, ist bilateral, ohne dorsiventral zu sein.

Die hier angewandten Ausdrücke: multilateral, bilateral und dorsiventral sind nicht völlig gleichbedeutend mit den vielfach in Gebrauch befindlichen: polysymmetrisch, zweifachsymmetrisch und einfach- (mono-) symmetrisch; letztere sind für diejenigen Spezialfälle zu reserviren, in denen vollständige Symmetrie zu beiden Seiten der symmetrisch theilenden Ebene herrscht; es ist dies, abgesehen von der nie mathematisch genauen Ausbildung der Gestalt, schon deswegen relativ selten der Fall, weil die Seitenglieder meist in ungleicher Höhe entspringen; doch können die meisten der oben als Beispiele angeführten Blüthen als wirklich symmetrisch gelten (vgl. auch im IV. Theil: Symmetrie der Blüthe).

§ 3. **Entstehungsweise der Glieder.** Abgesehen von der Bildung neuer Pflanzenindividuen entstehen alle Glieder des Pflanzenkörpers an anderen Gliedern und zwar zum Theil an gleichartigen, zum Theil an ungleichartigen. So erzeugt z. B. eine Wurzel wiederum seitliche Wurzeln, welche unter sich und mit der erzeugenden gleichartig sind; andererseits erzeugt z. B. ein Stengel außer den ihm gleichartigen Zweigen auch ungleichartige Glieder, nämlich Blätter oder Wurzeln. Die Erzeugung gleichartiger Glieder wird allgemein als Verzweigung bezeichnet.

Die Entstehungsweise der Glieder ist entweder normal oder adventiv. Normal nennen wir dieselbe, wenn das neue Glied an dem Vegetationspunkt des erzeugenden Gliedes direkt entsteht, d. h. in

jener Region, welche, im jüngsten Zustande befindlich, den Ausgangspunkt für die Gestaltung bildet. In der weitaus größten Mehrzahl der Fälle liegt der Vegetationspunkt an der Spitze jedes Gliedes (wie z. B. an der Spitze des in Fig. 1 dargestellten Stengels, an welchem die jüngsten Blätter *b* entspringen), nur selten an der Basis oder einer anderen Stelle zwischen Basis und Spitze (interkalar). Adventiv dagegen entstehen solche Glieder, welche an älteren Stellen des erzeugenden Gliedes auftreten, deren Vegetationspunkt somit nicht aus einem anderen Vegetationspunkt direkt hervorgeht, sondern sich von neuem bildet; so entstehen z. B. viele Wurzeln an älteren Pflanzentheilen, die Sprosse auf den Wurzeln adventiv.

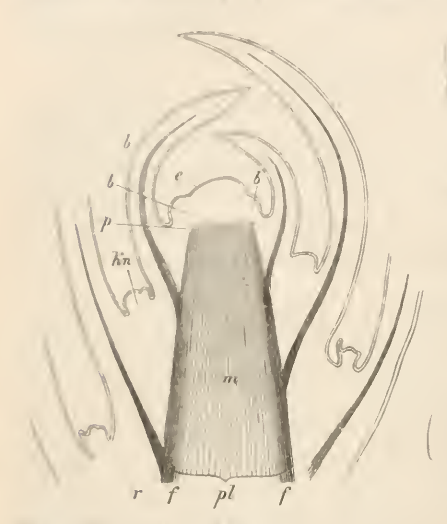


Fig. 1. Schematischer Langsschnitt durch eine Stengelspitze, *bb* die Blätter, welche nach oben zu immer jünger, am Vegetationspunkte sich bilden, *kn* deren Achselknospen.

Die normale Entstehung kann nun wieder entweder

1) durch Dichotomie erfolgen; d. h. der ursprüngliche Vegetationspunkt theilt sich in zwei neue Vegetationspunkte, welche wenigstens anfangs unter sich gleich stark sind; es hört somit das ursprüngliche Glied sowie die ursprüngliche Längsachse zu existiren auf; es ist die dichotomische Entstehungsweise nicht so häufig als die folgende, und nur bei eigentlicher Verzweigung bekannt, d. h. die beiden Gabeläste sind unter sich und mit dem ursprünglichen Glied, dem Fußstück der Dichotomie, gleichartig;

oder 2) seitlich; es bleibt hier der ursprüngliche Vegetationspunkt und die ursprüngliche Längsachse erhalten; die neuen Glieder treten seitlich hervor (Fig. 1 *b* oben); gewöhnlich erfolgt alsdann die Anlage der neuen Glieder in progressiver Reihenfolge, und zwar, da wir wiederum die Vegetationspunkte am häufigsten an der Spitze der Glieder finden, in akropetaler Reihenfolge, d. h. so, daß jedesmal das jüngste seitliche Glied der Spitze des erzeugenden Gliedes am nächsten liegt; so entsteht das jüngste Blatt (Fig. 1) der Spitze des Stengels näher, als alle anderen; daher erhält man bei progressiver Entstehung die zeitliche Reihenfolge unmittelbar aus der räumlichen Anordnung, d. h. zählt man z. B. die Blätter gegen den Vegetationspunkt des sie erzeugenden Stengels zu fortschreitend, so giebt die räumliche Reihenfolge zugleich die Entstehungsfolge der Blätter an.

Eine weitere Verschiedenheit der Entstehungsweise liegt darin, daß die einen Glieder exogen entstehen, d. h. aus den äußeren Gewebeschichten des erzeugenden Gliedes, so die Blätter an einem Stamm (Fig. 1),

andere dagegen endogen, d. h. im Inneren des erzeugenden Gliedes mit Durchbrechung der äußeren Schichten desselben; so kommen die Wurzeln aus anderen Wurzeln (s. Fig. 23) oder aus Stämmen hervor.

§ 4. **Anordnung seitlicher Glieder an gemeinsamer Achse.** Wenn an einem Gliede, der gemeinsamen Achse, mehrere seitliche Glieder entstehen, so können wir deren gegenseitige Stellung in doppelter Hinsicht untersuchen: in der Längsrichtung und am Umfange der gemeinsamen Achse.

Bezüglich der Längsrichtung beobachten wir, daß auf einer Querzone des erzeugenden Gliedes entweder immer nur ein seitliches Glied entspringt — vereinzelte oder zerstreute Stellung —, oder daß deren mehrere auf einer Querzone stehen und einen Quirl (oder Wirtel) bilden, z. B. die Blätter in Fig. 2. Handelt es sich im letzteren Falle um normal entstandene Glieder, so läßt sich nach der Regel der progressiven Entstehung vermuthen, daß diese in gleicher Entfernung vom Vegetationspunkt der gemeinsamen Achse entstandenen Glieder auch zu gleicher Zeit angelegt werden, und es trifft dies auch für viele Quirle wirklich zu; dieselben werden simultan genannt; es giebt indeß auch succedane Quirle, deren einzelne Glieder selbst eine gewisse Reihenfolge in ihrer Entstehung einhalten (z. B. die Blätter der Characeen). Hiermit nicht zu verwechseln sind die Scheinquirle, welche dadurch zu stande kommen, daß Glieder, welche deutlich vereinzelt entstanden sind, durch nachträgliche Veränderungen einander so genähert werden, daß sie auf einer einzigen Querzone zu stehen scheinen, wie z. B. die obersten Blätter am Stengel der Feuerlilie, die sog. Quirläste der Nadelhölzer.

Die Vertheilung der seitlichen Glieder am Umfange der gemeinsamen Achse ist nach dem oben (§ 2) Gesagten entweder multilateral, oder bilateral oder dorsiventral, und es erfordert jeder dieser drei Fälle eine gesonderte Betrachtung. Wir beschränken uns hierbei auf die normal entstandenen Glieder, da deren Stellungsverhältnisse mit der progressiven Entstehungsweise in ursächlichem Zusammenhange stehen.

1) Multilaterale Anordnung.

Gehen wir von der quirligen Stellung aus, so ergiebt sich zunächst, daß die Glieder eines einzelnen Quirles sich gleichmäßig über den Umfang der betreffenden Querzone vertheilen; d. h. besteht der Quirl z. B. aus zwei Gliedern, so stehen dieselben einander gerade gegenüber (z. B. die Blätter in Fig. 2); ihre gegenseitige Entfernung beträgt die Hälfte des Stengelumfangs. Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, daß diese Entfernung an den Insertionspunkten gemessen wird, d. h. an dem organischen Mittelpunkt der Insertionsfläche. Sind es z. B. 3 oder 4 Glieder, welche zusammen einen Quirl bilden, so beträgt die Entfernung je zweier unmittelbar benachbarter Glieder $^1/_3$ oder $^1/_4$ des Umfanges der gemeinsamen Achse. Diese seitliche Entfernung zweier unmittelbar nebeneinander stehenden Glieder am Umfang der gemeinsamen Achse, gemessen an den Insertionspunkten, wird Divergenz genannt und in Bruchtheilen des Umfangs ausgedrückt.

Bei quirliger Stellung ist es ferner (freilich nicht ausnahmslos) Regel, daß die aufeinanderfolgenden Quirle, wenn sie je die gleiche Anzahl von Gliedern enthalten, miteinander alterniren, d. h. daß die Glieder eines Quirls in der Mitte liegen zwischen je zwei Gliedern des folgenden oder des vorhergehenden Quirls. Es fallen somit die Glieder je des zweiten Quirls gerade übereinander (Fig. 2).

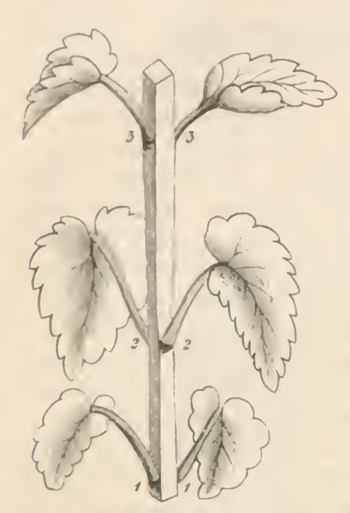


Fig. 2. Stengel von Lamium mit zweigliederigen Blattquirlen; 11, 22, 33 die aufeinanderfolgenden Quirle.

Diese Anordnung, sowie überhaupt alle Stellungsverhältnisse, lassen sich sehr übersichtlich in sogen. Diagrammen (z. B. Fig. 3, 4) darstellen, d. h. in schematischen Grundrissen der konisch gedachten Achse, in welchen jede höher gelegene Insertion eines Gliedes auf einen weiter innen befindlichen konzentrischen Kreis eingetragen wird.

Wie aus dem Diagramm Fig. 3 ersichtlich, stehen die Glieder bei alternirend quirliger Stellung in doppelt so viel geraden Längsreihen am Stengel, als der einzelne Quirl Glieder enthält, natürlich vorausgesetzt, daß alle Quirle gleichzählig sind. Diese geraden Längsreihen, welche in dem Diagramme als radiale Linien erscheinen, werden Orthostichen genannt.

Der hier dargestellte Fall zweizähliger alternirender Quirle kommt sehr häufig vor und wird als gekreuzte oder decussirte Stellung bezeichnet. Die beiden Glieder eines zweigliederigen Quirls nennt man auch opponirt.



Fig. 3. Diagramm einer Achse mit alternirenden zweigliederigen Quirlen, 0000 die vier Orthostichen, 11, 22, 33 u. s. f. die aufeinanderfolgenden Quirle.

Beispiele für alternirende Quirle in multilateraler Anordnung liefern die Blätter der Characeen, von Equisetum, Hippuris; dreizählige Quirle bilden die Blätter des gemeinen Wachholders, decussirt stehen die Blätter der meisten Nelkengewächse, von Syringa, Lonicera, Eschen, Ahorn, bei letztgenannten ebenso auch die Zweige.

Verhältnismäßig selten kommt es vor, daß gleichzählige Quirle einander superponirt sind, d. h. daß ihre Glieder gerade übereinanderfallen, daß somit nur soviel Orthostichen existiren, als ein Quirl Glieder enthält, so in manchen Blüthen. — Sind aufeinanderfolgende Quirle ungleichzählig, so treten komplizirte Alternationsverhältnisse ein, die hier nicht näher erörtert werden können, so am Stengel von Polygonatum verticillatum, in den Blüthen der Pomaceen u. a.

Bei zerstreuter Anordnung der Seitenglieder überzeugt man sich leicht, daß gewöhnlich innerhalb einer gewissen Region der gemeinsamen

Achse die Divergenz konstant ist, d. h. daß jedes Glied von seinem unmittelbar vorhergehenden oder folgenden um die gleiche Divergenz entfernt ist. Gehen wir von einem einfachen Falle, der Divergenz $1/3$ aus (Fig. 4), und bezeichnen irgend ein Seitenglied als 0, so steht das der Entstehung nach nächste Glied, welches bei akropetaler Anordnung zunächst oben an der gemeinsamen Achse folgt, und als 1 bezeichnet sei, um $1/3$ des Umfangs von 0 entfernt, ebenso 2 um $1/3$ von 1, dann 3 von 2 u. s. w. Es fällt daher 3 wieder gerade über 0, 4 über 1, 5 über 2 u. s. w.; es sind somit 3 Orthostichen vorhanden. Schreiten wir nun in der angegebenen Weise von Glied 0 zu 1, 2, 3 u. s. w. immer in derselben Richtung fort, so umlaufen wir dabei die gemeinsame Achse in einer Spirale, welche nach je einem Umgang wieder dieselbe Orthostiche trifft und innerhalb eines ganzen Umgangs 3 Seitenglieder berührt. Diese Spirale trifft sämmtliche Seitenglieder und heißt, da sie dieselben ihrer Entstehungsfolge nach mit einander verbindet, die genetische oder Grundspirale. Die Zahl der Seitenglieder, welche sie in sich aufnimmt, bis sie wieder zu derselben Orthostiche kommt, in unserem Falle also 3, wird ein Cyklus genannt.



Fig. 4. Diagramm der multilateralen zerstreuten Stellung mit der Divergenz $1/3$.

Es leuchtet ein, daß man in dem eben geschilderten Falle mit demselben Rechte sagen kann, die Divergenz betrage $2/3$, und daß man auch auf diesem Wege, immer um $2/3$ von Glied zu Glied fortschreitend, die gemeinsame Achse in einer alle Glieder in genetischer Reihenfolge verbindenden Spirale umläuft; dieselbe trifft aber erst nach zwei Umläufen wieder auf die Orthostiche, von der man ausgegangen war. Man ersieht hieraus die Beziehungen zwischen der Konstruktion der Spirale und dem Bruch, welcher die Divergenz ausdrückt: der Nenner dieses Bruches giebt die Anzahl der Orthostichen an, der Zähler die Anzahl der Umgänge der Spirale innerhalb eines Cyklus.

Ein anderes sehr häufig vorkommendes Stellungsverhältnis ist das mit der Divergenz $2/5$, dessen geometrische Beziehungen nach oben Gesagtem sich von selbst ergeben. Ebenso überzeugt man sich in den Figuren 5 und 6, welche die Stellung nach konstanter Divergenz $3/8$ darstellen, leicht, daß 8 Orthostichen vorhanden sind, Glied 9 über 1, 10 über 2 u. s. w. fällt, ferner daß die Spirale erst auf jeder dritten Orthostiche wieder ein Glied trifft und innerhalb des Cyklus dreimal die Achse umläuft.

Will man an einer Achse das Stellungsverhältnis, z. B. an einem Stengel die Blattstellung bestimmen, so braucht man somit nur das Blatt zu suchen, das gerade über demjenigen, das man zum Ausgangspunkt wählt, steht, und dessen Nummer zu bestimmen, indem man das Ausgangsblatt als 0 bezeichnet und die dazwischen liegenden Blätter der Spirale auf dem kurzen Wege folgend numerirt. Die Nummer des in derselben

Orthostiche liegenden Blattes giebt sofort den Nenner des Divergenzbruches; der Zähler wird durch die Anzahl der Umgänge der Spirale zwischen diesen beiden Blättern angegeben.

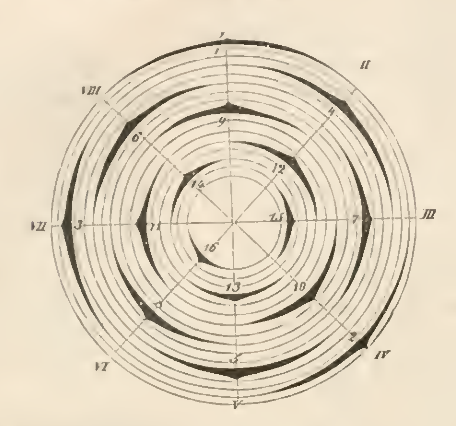


Fig. 5. Diagramm einer Achse mit konstanter 3/8 Divergenz. I, II, III u. s. f. die Orthostichen (nach *Sachs*).

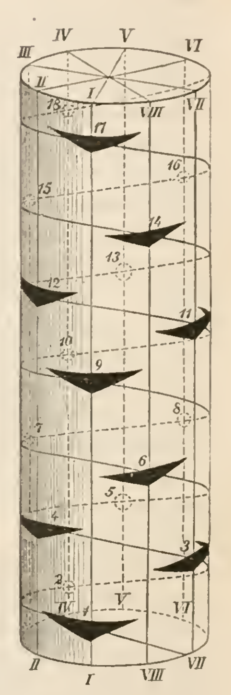


Fig. 6. Schema einer Achse, deren Seitenglieder in konstanter Divergenz 3/8 angeordnet sind; die der vorderen Seite sind durch die Insertionsflächen, die der Rückseite durch Kreise angedeutet; sie sind durch die genetische Spirale verbunden. I I, II II u. s. w. sind die acht Orthostichen.

Ist jedoch die Anzahl der Orthostichen noch größer als 8, so wird es, besonders wenn die Seitenglieder dichtgedrängt stehen (z. B. die Blätter in den Rosetten der Hauswurz, die Blüthen in den Köpfen der Sonnenblume, die Schuppen der Tannenzapfen) sehr schwer, die Orthostichen überhaupt zu erkennen. Es treten alsdann für das Auge andere, schräge Zeilen, die Parastichen hervor, welche spiralig um die Achse laufen, aber nur je einen Theil der Glieder enthalten, z. B. in Fig. 6 eine Linie, welche die Glieder 3, 6, 9, 12 u. s. w. enthält. Es ist einleuchtend, daß so viele einander parallele Parastichen vorhanden sein müssen, als die Differenz der Nummern der Glieder innerhalb einer Parastiche angiebt, bei genanntem Beispiele noch eine mit den Gliedern: 2, 5, 8, 11 u. s. w.; und eine mit 1, 4, 7, 10 u. s. w. Daraus ergiebt sich eine einfache Methode, um in komplizirten Fällen die Aufeinanderfolge der Glieder zu bestimmen, diese zu beziffern: Man zählt die nach einer Richtung verlaufenden einander parallelen Parastichen ab und beziffert in einer derselben die Glieder nach obiger Regel; wiederholt man dasselbe mit einem anderen das erste schneidenden Parastichensystem, so ist für jedes Glied die Ziffer bekannt.

Die am häufigsten vorkommenden Divergenzen sind folgende:

$$^1/_3,\ ^2/_5,\ ^3/_8,\ ^5/_{13},\ ^8/_{21},\ ^{13}/_{34}\ \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$$

Diese Reihe ist dem Gedächtnisse leicht einzuprägen; denn wie man sieht, ist der Zähler jedes Bruches die Summe aus den beiden vorhergehenden,

und ebenso der Nenner. Es giebt aber auch Divergenzen, welche nicht in dieser Reihe enthalten sind, z. B. $^1/_4$, $^2/_7$, $^2/_9$ u. a.

Als Beispiele für die Divergenz $^1/_3$ seien die Blätter vieler Moose, der Halbgräser, die Blätter und Zweige der Erlen genannt; $^2/_5$ findet sich sehr häufig als Divergenz der Blätter, z. B. an vielen krautigen Stengeln, den Zweigen der Weiden, Eichen u. s. w.; mit $^3/_8$ und $^5/_{13}$ sind häufig die Nadeln der Fichten und Tannen gestellt; $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$ kommen vor an den Zapfen der Nadelhölzer, in den Köpfen vieler Compositen u. a.; die Divergenz $^1/_4$ zeigen die Blätter mancher Algen, wie Polysiphonia.

Wie bereits oben angedeutet wurde, stehen diese Stellungsgesetze im engsten Zusammenhange mit der progressiven Entstehung der Seitenglieder; es läßt sich zeigen, daß das Stellungsverhältnis, wenn einmal begonnen, sich in derselben Weise fortsetzt, weil jedes neue Seitenglied am Vegetationspunkt da entsteht, wo zwischen den bereits vorhandenen Gliedern sich die größte Lücke befindet, und sich dabei den vorhergehenden unmittelbar anschließt. So lange nun das Größenverhältnis zwischen den Anfängen der Seitenglieder und dem Umfang der gemeinsamen Achse sich nicht ändert, bleibt auch die Divergenz konstant; wenn aber z. B. von einem gewissen Zeitpunkte an die neu entstehenden Glieder relativ schmäler sind, als die vorhergehenden, so wird die Anzahl der Orthostichen und Parastichen begreiflicherweise vermehrt; daher finden wir Änderungen der Divergenzen gerade da, wo jenes Größenverhältnis sich ändert, z. B. an der Basis und dem Scheitel der Coniferenzapfen, an der Basis der Blüthenköpfe der Compositen. Außerdem können noch nachträgliche Änderungen und Verschiebungen durch die Größenzunahme der Achse und der heranwachsenden Seitenglieder herbeigeführt werden.

2) Bilaterale Anordnung.

Bilateral angeordnete Seitenglieder entspringen an zwei einander diametral gegenüberliegenden Seiten der gemeinsamen Achse und bilden somit zwei Zeilen oder Orthostichen. Zumeist stehen die Seitenglieder in den beiden Längszeilen auf abwechselnder Höhe, alterniren (Fig. 7) und man kann somit auch hier eine Spirale konstruiren, welche nach je einem halben Umgange ein Seitenglied trifft und sämmtliche vorhandene in ihrer Altersfolge miteinander verbindet; es ist hier aber völlig gleichgültig, nach welcher Richtung wir uns die Spirale gelegt denken wollen. In derartiger Stellung finden wir z. B. die Blätter mancher Moose (Fissidens) und Farne, die Blätter und Zweige vieler Bäume, z. B. der Ulmen, Hainbuchen, Linden, die Blätter der ächten Gräser. Nur selten stehen die Glieder beider Zeilen paarweise auf gleicher Höhe, bilden also zweigliederige superponirte Quirle, so z. B. die Blätter mancher Algen (Pterothamnion), und vieler Najadeen, bei letzteren wahrscheinlich in Folge nachträglicher Verschiebung.

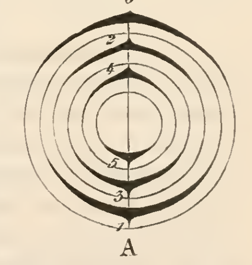


Fig. 7. Diagramm der alternirend zweizeiligen Stellung.

3) Die dorsiventrale Anordnung

der Seitenglieder kann sich in sehr verschiedener Weise äußern: wir können unterscheiden zwischen solchen Achsen, bei welchen die Seiten-

glieder überhaupt nur auf einer Seite entspringen, und anderen, welche auf verschiedenen Seiten ungleichartige Seitenglieder erzeugen. Als Beispiele erster Art seien die blüthentragenden Zweige der Wicken und verwandten Pflanzen genannt, welche nur auf einer Seite Blüthen tragen, ferner der Thallus der Marchantien und ähnlicher Lebermoose, dessen Schuppen und Haare nur auf der Bauchseite entspringen. Ein Beispiel letzterer Art liefert der Stamm von Marsilia, welcher auf der Rückenseite in zwei Zeilen die Blätter, an den Flanken, d. h. links und rechts einander diametral gegenüberliegend die Seitenzweige und auf der Bauchseite die Wurzeln trägt.

Daß auch Quirlbildung bei dorsiventraler Anordnung nicht ausgeschlossen ist, zeigt Salvinia, deren Blätter in alternirenden dreizähligen Quirlen so angeordnet sind, daß vier Zeilen auf dem Rücken einander ziemlich genähert, und zwei entferntere Zeilen auf der Bauchseite verlaufen.

Die dorsiventrale Anordnung zeigt dadurch Beziehungen zur bilateralen, daß manche Achsen ihre Seitenglieder bilateral anlegen, aber im fertigen Zustande auf dem Rücken tragen; so entstehen an den kriechenden Stämmen von Butomus u. a. die beiden Blattzeilen, welche auf dem Rücken einander sehr genähert sind, ursprünglich rechts und links einander diametral gegenüber. An den Zweigen der Rothbuche (in geringerem Maße auch bei anderen Bäumen) stehen im fertigen Zustande die beiden Blattzeilen an der Unterseite der Zweige einander genähert, die Seitenzweige hingegen etwas nach aufwärts verschoben.

Die dorsiventrale oder bilaterale Anordnung findet sich nicht selten mit der multilateralen an derselben Pflanze vereinigt, aber auf verschiedene Regionen vertheilt. So stehen z. B. bei der Weißbuche, Ulme u. a. (nicht bei der Rothbuche und Linde) die Blätter der Hauptachse (der Keimpflanze) multilateral, an den Zweigen dagegen bilateral.

§ 5. **Ausbildung von Verzweigungssystemen.** Die soeben besprochenen Stellungsgesetze gelten für alle seitlich entstehenden Glieder, mögen dieselben unter sich und mit der erzeugenden Achse gleichartig oder ungleichartig sein. In den Fällen jedoch, in welchen Verzweigung stattfindet, d. h. Bildung gleichartiger Glieder, z. B. von Wurzeln an einer Wurzel, Seitenzweigen an einem Stamm u. s. w., finden wir in dem gegenseitigen Verhältnis dieser Auszweigungen noch anderweitige Gesetzmäßigkeiten, welche dahin führen, daß wir an den verschiedenartigen Gliedern immer wieder dieselben Typen von Verzweigungssystemen finden. Es handelt sich hier außer den bereits erörterten Stellungsverhältnissen hauptsächlich um die stärkere oder geringere Entwickelung der einzelnen Theile des Verzweigungssystems.

Wir unterscheiden nach der Entstehungsweise der Verzweigungen (s. oben § 3) zunächst dichotomische und monopodiale Systeme, wobei wir nicht unerwähnt lassen, daß dieselben durch Übergänge miteinander verbunden werden.

1) Bei dichotomischer Verzweigung eines Gliedes können sich die

beiden Gabelzweige, welche nach oben Gesagtem bei ihrer Entstehung gleich stark sind, entweder

a) auch fernerhin gleich stark entwickeln: die Dichotomie bildet sich gabelig aus (Fig. 8 *A*). Dabei können wiederum die verschiedenen aufeinanderfolgenden Gabelungen entweder in einer Ebene liegen (wie in Fig. 8 *A*), z. B. am Thallus mancher Lebermoose (s. z. B. Fig. 126), an den Blättern von Schizaea dichotoma; das ganze System wird hierdurch bilateral; oder die aufeinanderfolgenden Gabelungen treten in verschiedenen, meist sich kreuzenden Richtungen auf, — multilateral, z. B. an den Wurzeln von Selaginella;

oder b) das System wird sympodial, wenn bei jeder Gabelung ein Ast sich nachträglich stärker entwickelt, als der andere; die Fußstücke der aufeinanderfolgenden Gabelungen bilden dann scheinbar einen Hauptsproß, Scheinachse oder Sympodium genannt, an welchem die schwächeren Gabeläste wie seitliche Sprossungen erscheinen (Fig. 8, *B* und *C*). Dieses Sympodium besteht nun entweder aus den Gabelästen immer derselben Seite (z. B. immer der rechten oder immer der linken, Fig. 8 *B*): schraubelähnliche Dichotomie, z. B. am Thallus von Fucus (s. die letzten Verzweigungen des unten in Fig. 93 dargestellten Thallus); oder es besteht aus abwechselnd rechten und linken Gabelästen (Fig. 8 *C*): wickelähnliche Dichotomie, z. B. am Stamm der meisten Selaginellen.

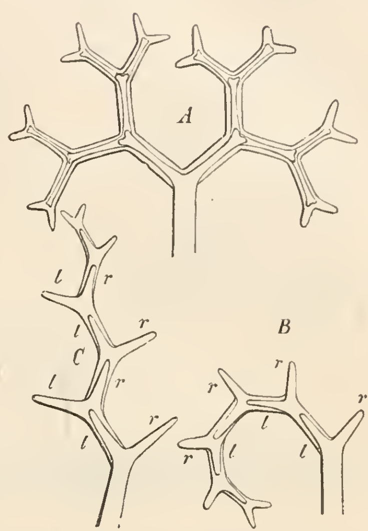


Fig. 8. Schema der dichotomischen Verzweigungssysteme. *A* gabelige Dichotomie; *B* schraubelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich hier immer die linken Gabeläste (*l*) stärker als die rechten (*r*); *C* wickelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich abwechselnd rechte (*r*) und linke (*l*) Gabeläste stärker (nach *Sachs*).

2) Das monopodiale System kommt dadurch zu stande, daß das sich verzweigende Glied in seiner ursprünglichen Richtung fortwachsend seitliche Auszweigungen in progressiver Reihenfolge erzeugt; es bildet also für alle Seitenzweige das gemeinsame Fußstück, daher heißt das ganze System Monopodium. Dasselbe kann sich entweder:

a) racemös ausbilden, wenn die Mutterachse sich fortan stärker entwickelt als alle Seitenachsen, zahlreiche Seitenachsen gleichen Grades erzeugt, und sich auch jede Seitenachse bezüglich ihrer Seitenachsen höherer Ordnung ebenso verhält, so z. B. die Stämme der Tannen, Fichten u. s. w. (multilateral), die Blätter der meisten Farne (z. B. Aspidium filix mas), vieler Doldengewächse (z. B. gelbe Rübe) (bilateral), die Blüthenstände des Vergißmeinnichts u. a. (dorsiventral);

oder b) cymös, wenn jede anfangs schwächere Seitenachse frühzeitig anfängt stärker zu wachsen als ihre Hauptachse oberhalb ihrer Ursprungs-

stelle und sich auch mehr verzweigt, so daß die Entwickelung des Verzweigungssystems auf Achsen immer höherer Grade übergeht. Dabei kommt entweder:

α keine Scheinachse zu stande; nämlich zwei oder mehr Seitenachsen entwickeln sich nach verschiedenen Richtungen hin stärker als die Mutterachse, aber unter sich annähernd gleich stark (Fig. 9), während die Mutterachse bald zu wachsen aufhört. Das Verzweigungssystem sieht, wenn die Anzahl der geförderten Seitenachsen zwei beträgt, einer Dichotomie entfernt ähnlich und wird als falsche Dichotomie, besser als Dichasium bezeichnet, bei Mehrzahl der geförderten Seitenachsen als Polychasium. Wiederholt sich diese Verzweigung in mehreren Graden, so liegen die einzelnen Dichasien entweder alle in einer Ebene (z. B. am Stamme der Mistel, Viscum), oder

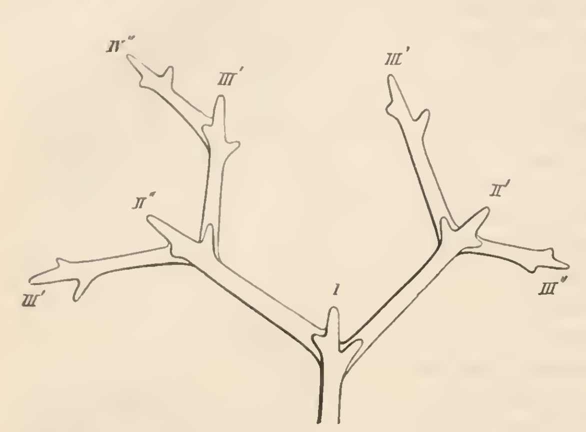


Fig. 9. Schema der falschen Dichotomie; die Sprosse II^1 und II^2 entwickeln sich unter sich gleich stark, aber stärker als die Mutterachse I (nach *Sachs*).

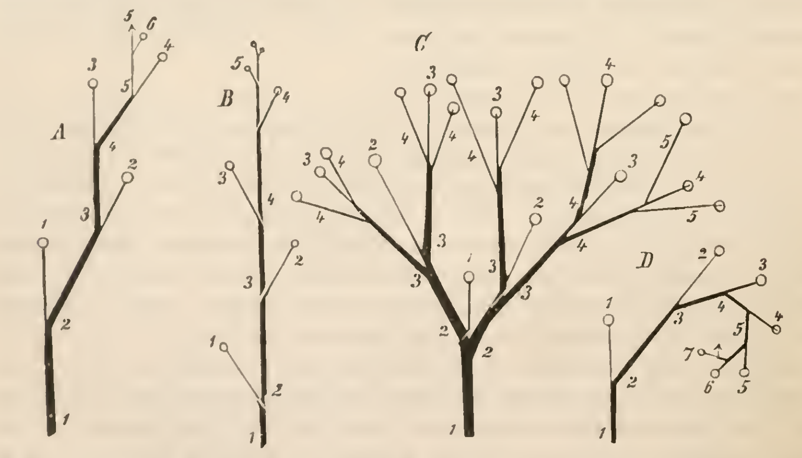


Fig. 10. Schematische Darstellung der cymösen Verzweigungssysteme: *A* und *B* Fächel, *C* falsche Dichotomie; *D* Sichel (nach *Sachs*). Denkt man sich die Zweige nicht in der Ebene des Papiers, sondern daraus hervortretend, so veranschaulichen *A* und *B* die Wickel, *D* die Schraubel.

meistens in verschiedenen Ebenen; weitere Beispiele hierfür liefern die Blüthenstände der Wolfsmilcharten, die Zweige von Syringa, an welchen gewöhnlich die Endknospe verkümmert, und die beiden obersten Seiten-

knospen sich weiter entwickeln, ähnlich Rhamnus cathartica, deren Endknospe in einen Dorn übergeht.

Oder β) es entsteht eine Scheinachse, ein Sympodium, wenn jedesmal nur eine Seitenachse sich stärker entwickelt, also z. B. in Fig. 10 *A* die Seitenachse 2 stärker als das obere Ende der Mutterachse 1 u. s. f. Die stärkere Entwickelung ist in der Figur durch stärkere Linien angedeutet. Beispiele für diese Sympodienbildung finden sich an zahlreichen unterirdischen Stämmen, so von Polygonatum u. a., welche sich jährlich mit ihrer Spitze über die Erde erheben, während ein Seitenzweig unter der Erde die bisherige Wachsthumsrichtung fortsetzt; ferner kommt ähnliches, wenn auch nicht in ganz reiner Form, an den Zweigen vieler Holzgewächse vor, wie der Birke, Ulme, deren Spitze zu Ende jedes Jahres abstirbt oder in Blüthenbildung aufgeht, während die oberste Seitenknospe die scheinbare Fortsetzung des Zweiges entwickelt. Zahlreiche Beispiele für sympodiale Ausbildung liefern sodann die später (IV. Theil) zu behandelnden Blüthenstände; man unterscheidet hier (abgesehen von den äußerlich ähnlichen Formen mit dorsiventral angeordneten Seitensprossen)

1) Sympodien, deren sämmtliche Zweige in einer Ebene liegen:
   a) die Fächel, wenn die geförderten Seitensprosse abwechselnd nach zwei entgegengesetzten Richtungen entspringen (Fig. 10 *A*, *B*),
   b) die Sichel, wenn dieselben stets nach einer Seite hin auftreten (Fig. 10 *D*), und

2) Sympodien, deren aufeinanderfolgende Verzweigungsebenen verschiedene Richtung besitzen:
   a) die Wickel entspricht der Fächel und
   b) die Schraubel entspricht der Sichel.

Zweites Kapitel.

Glieder des Pflanzenkörpers.

§ 6. **Allgemeines.** Suchen wir nunmehr die einzelnen Glieder des Pflanzenkörpers ihrer Gestalt nach zu unterscheiden und die allgemeinen Züge, welche bei verschiedenen Pflanzen und Pflanzenklassen wiederkehren, herauszufinden, so müssen wir zunächst von den eigentlichen Fortpflanzungsorganen absehen; denn diese sind für die einzelnen Abtheilungen des Pflanzenreiches so verschieden, daß sie nicht ohne weiteres miteinander in Vergleich gesetzt werden können. Wir fassen daher hier nur den Vegetationskörper der Pflanze ins Auge und finden, indem wir von der Funktion zunächst abstrahiren und die Entstehungsweise seiner

Theile, sowie den Vergleich verwandter Pflanzen zu Grunde legen, vier verschiedene Arten von Gliedern:

Stamm, Blatt, Wurzel und Haargebilde.

Der Stamm nebst seinen Zweigen trägt die an seinem fortwachsenden Ende erzeugten Blätter.

Die Blätter entstehen stets in progressiver Reihenfolge, immer exogen, und nehmen immer eine andere Gestalt an, als der sie erzeugende Stamm und dessen Seitenzweige.

Wie hieraus hervorgeht, bilden Stamm und Blätter ein zusammengehöriges Ganzes, das wir als Sproß bezeichnen. Der Sproß entsteht bei der Bildung eines neuen Pflanzenindividuums zuerst; ein Sproß oder häufiger ein System von Sprossen bildet die Grundlage des Pflanzenkörpers; an den Sprossen werden die Fortpflanzungsorgane, die Wurzeln und die Haargebilde erzeugt.

Die echten Wurzeln, eine Eigenthümlichkeit der höher organisirten Pflanzen, erzeugen niemals Blätter, entstehen endogen und sind an ihrem Scheitel mit einem eigenthümlichen Gewebe, der Wurzelhaube, bedeckt.

Als Haarbildungen faßt man die aus der Oberhaut oder auch den äußeren Schichten entstehenden Haare, Stacheln u. dgl. zusammen, welche an Sprossen und Wurzeln auftreten können, an Sprossen gewöhnlich in gleicher Weise sowohl am Stamm als an den Blättern.

Bei niedriger organisirten Pflanzen (vielen Algen, sämmtlichen Pilzen, manchen Moosen, auch bei Lemna) läßt der Sproß eine Differenzirung in Stamm und Blatt nicht erkennen; er wird dann Thallus genannt: derselbe kann Haare, selbst Wurzeln erzeugen, oder es fehlt jede Differenzirung ungleichartiger Glieder, so z. B. bei vielen Pilzen.

Je nach der Funktion im Leben der Pflanze können nun diese Glieder verschiedene Ausbildung erfahren; so sind z. B. diejenigen Blätter der Phanerogamen, welche die Fortpflanzungsorgane tragen, die Staub- und Fruchtblätter, von ganz anderer Gestalt, als die übrigen Blätter der gleichen Pflanze; einige Blätter, oder in anderen Fällen Seitenzweige des Stammes, bilden sich zu Ranken oder zu stechenden Dornen um u. s. w. Diese Verschiedenheit der Ausbildung je nach der Funktion bei gleicher Entstehungsweise bezeichnen wir als Metamorphose und sagen z. B.: die Ranken der Wicken, die Dornen von Berberis sind metamorphosirte Blätter; denn sie entstehen in derselben Weise, wie die Blätter und stehen an derselben Stelle, wo sich bei verwandten Pflanzen ein Blatt befindet.

Es darf schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß Übergänge zwischen den verschiedenen Gliedern existiren; so finden wir nicht bloß schrittweise Übergänge vom Thallus zum beblätterten Stamm, von Haargebilden zu Blättern, sondern wir wissen auch, daß einzelne Glieder direkt die Charaktere eines anderen annehmen können, daß z. B. Wurzeln in Stämme sich umbilden.

§ 7. **Stamm und Blatt im Allgemeinen.** Der jüngste Theil des Sprosses, an welchem Stamm und Blatt ihre definitive Gestalt und Größe noch nicht

erreicht haben, wird Knospe genannt; ist der ganze Sproß noch sehr jung, so besteht er nur aus der Knospe.

In der Knospe stehen die jungen Blätter meist dicht gedrängt und neigen sich gewöhnlich über das Stammende zusammen (s. oben Fig. 1). Im Verlaufe der Entwickelung können nun entweder die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke kurz bleiben (wie z. B. in den Blattrosetten des Wegetritts, der Hauswurz, mancher Moose, vieler Farne wie Aspidium filix mas, in den Blätterbüscheln der Lärche, in den meisten Blüthen); es ist dann eine eigentliche Oberfläche des Stammes nicht oder kaum vorhanden; oder aber die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke erfahren eine bedeutende Streckung, so daß die Blätter auseinandergerückt werden; in letzterem Falle heißen die gestreckten Partien Internodien oder Stengelglieder (z. B. an den meisten Baumzweigen, Weidenruthen u. v. a.); die Grenze zwischen denselben, d. h. diejenige Querzone, auf welcher ein Blatt oder mehrere einen Quirl bildende Blätter entspringen, ist nicht selten in hervorragender Weise ausgebildet und heißt Knoten, besonders deutlich bei quirlig gestellten Blättern (z. B. bei Labiaten, Schachtelhalmen, Characeen) oder bei stengelumfassenden Blättern (z. B. Gräser, Doldengewächse). Derjenige Theil der Stengeloberfläche, von welchem das Blatt entspringt, heißt die Insertion und ist an denjenigen Stammgebilden, welche ihre Blätter regelmäßig abwerfen, wie aller Holzgewächse, von Farnen am Stamm von Polypodium als sogen. Blattnarbe auffällig bemerkbar.

Normale Entstehung von Sprossen findet, abgesehen von der Bildung eines neuen Pflanzenindividuums, nur an anderen Sprossen statt. In sehr vielen Fällen besteht eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem Ort der Entstehung neuer Sprosse und den Blättern des Muttersprosses. So entstehen dieselben bei den höheren Pflanzen (den Phanerogamen und manchen Farnen), ferner bei einigen Algen axillär, nämlich in den Blattachseln, d. h. in dem Winkel zwischen einem Blatt, dem Stütz- oder Tragblatt, und dem nächstoberen Internodium; sie entstehen hier schon mit der Anlage des Blattes (s. Fig. 1 *kn*) und zwar mit wenigen Ausnahmen (in den Blüthen, an den Sprossen vieler Nadelhölzer) in der Achsel jedes Blattes. In der Regel trägt alsdann jedes Blatt nur einen Achselsproß, bisweilen jedoch deren mehrere, so mehrere nebeneinander an den Zwiebeln von Muscari, den Blüthenständen von Musa, mehrere übereinander bei Sambucus, Juglans u. a. Bei den Moosen und manchen Farnen (z. B. Adlerfarn) stehen die Seitenknospen unmittelbar neben oder hinter einem Blatte. Als Ausnahmen von dieser sehr allgemeinen Abhängigkeit der Sproßbildung von den Blattinsertionen sind zu nennen die durch Dichotomie entstehenden Sprosse (Selaginella), ferner jene dorsiventralen Stämme, deren Seitensprosse auf anderen Seiten als die Blätter entspringen (Marsilia, Utricularia, Blüthenstände der Boragineen), endlich einige vereinzelte andere Fälle, wie die Blüthenstände der Asclepiadeen und einige andere.

Nicht alle als Knospen angelegten Seitensprosse brauchen sich auch

wirklich zu Zweigen zu entwickeln; so bleiben z. B. die Achselknospen der untersten Blätter jedes Jahrestriebes an den meisten Bäumen in der Regel unentwickelt; sie werden nur in Folge von Verletzungen, welche die übrigen Knospen entfernen, oder wenn die oberen Theile absterben, zur Entfaltung angeregt. Solche Knospen, welche lange Zeit, oft viele Jahre lang sich nicht entfalten, heißen schlafende Knospen; Sprosse, die später daraus hervorgehen (z. B. die sogen. Wasserreiser an älteren Bäumen), werden zweckmäßig als Präventivsprosse bezeichnet.

Adventiv entstehen Sprosse an älteren Stämmen, auch auf Wurzeln (z. B. Monotropa, die sogen. Wurzelbrut der Pappeln und anderer Bäume), selbst auf Blättern (z. B. von Bryophyllum, manchen Farnen).

Knospen, welche sich, bevor sie in die Länge wachsen, von der Pflanze abtrennen und selbständig neue Pflanzen erzeugen, heißen Brutknospen, z. B. die zwiebelartigen Knospen in den Blattachseln der Feuerlilie, in den Blüthenständen von Alliumarten u. a.

§ 8. **Die Ausbildungsformen des Blattes.** Das Blatt ist seiner Gestalt nach zumeist flach ausgebreitet, dorsiventral. Es läßt sich alsdann durch eine auf seiner Fläche senkrechte Ebene, die Medianebene, welche man durch die Spitze und den Insertionspunkt legt, und welche die Längsachse des Blattes in sich enthält, in zwei einander ähnliche Hälften theilen. Meist sind diese rechte und linke Hälfte einander gleich, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand: das Blatt heißt dann symmetrisch. Unsymmetrische Blätter, deren Hälften erhebliche Verschiedenheiten zeigen, finden sich z. B. bei der Ulme, besonders auffällig bei Begonia. Die beiden Flächen des Blattes, die obere (innere) und untere (äußere) sind gewöhnlich voneinander in Struktur, Farbe, Behaarung u. s. w. verschieden. In der Regel liegt die Flächenausbreitung quer zur Medianebene, also auch quer zur Längsachse des Stengels; doch wird diese ursprüngliche Lage durch spätere Drehungen häufig verändert, bei decussirter Blattstellung (z. B. Philadelphus) oder zweizeiliger (z. B. Buche, Ulme) drehen sich an den wagerechten oder schrägen Zweigen die Blätter oft so, daß ihre oberen Flächen sämmtlich in eine Ebene zu liegen kommen; an den horizontalen Zweigen der Weißtanne drehen sich die rings um den Zweig gestellten Blätter so, daß ihre Oberseiten sämmtlich zenithwärts schauen.

Wenn auch die dorsiventrale Gestalt der Blätter als die häufigste bezeichnet werden kann, so ist sie doch durchaus nicht wesentlich; es giebt zahlreiche Blätter von fadenförmiger Gestalt, so bei vielen Algen (Bryopsis, Florideen, Characeen), sowie prismatische (die sog. Nadeln der Fichte), annähernd zylindrische (Arten von Sedum, Mesembryanthemum), dabei zugleich röhrige (Allium, Juncus). Seltener ist die schwertförmige Gestalt (z. B. Schwertlilie), d. h. die Ausbreitung des Blattes fällt in die Medianebene selbst; während in genanntem Falle die Insertion des Blattes am Stamm in normaler Weise quer verläuft, steht dieselbe nebst der Blattfläche bei manchen Moosen (Blasia, Schistostega) longitudinal.

Die oben als häufigstes Vorkommnis bezeichnete Flächenausbreitung betrifft in vielen Fällen das Blatt in seiner Gesammtheit, so daß dieses von seiner Basis bis zur Spitze eine einzige ungegliederte Ausbreitung vorstellt, so bei fast allen Moosen, den meisten Lycopodinen und Coniferen, auch z. B. bei der Feuerlilie, der Tabakpflanze u. v. a. In anderen Fällen jedoch sondert sich das Blatt in seiner Längsrichtung in zwei oder drei Abschnitte, von welchen alsdann der vorderste, vom Stamm am weitesten entfernte, sich flach ausbreitet, die Spreite (lamina) des Blattes bildet (Fig. 11 *l*). Die Basis ist dann in Form einer röhrenförmigen oder scheidenartigen, hohlen Ausbreitung, der Scheide (vagina), entwickelt (Fig. 11 *v*), welche entweder unmittelbar an die Spreite grenzt (z. B. bei den Gräsern, s. Fig. 12 *A*), oder von derselben durch eine schmale, meist halbzylindrische Strecke, den Blattstiel (petiolus), getrennt wird (Fig. 11 *p*). Es kann aber auch der Blattstiel entwickelt sein, ohne daß die Basis des Blattes als eigentliche Scheide ausgebildet wäre, so bei den meisten Farnen und vielen anderen Pflanzen, z. B. Kürbis, Ahorn etc.

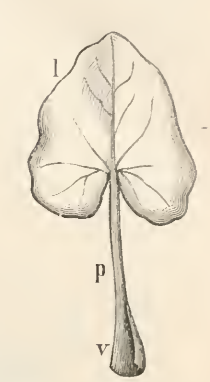


Fig. 11. Blatt von Ranunculus Ficaria. *v* Scheide, *p* Stiel, *l* Spreite (natürliche Größe.)

Ein seltener, aber bemerkenswerther Fall ist die Unterdrückung der Blattspreite z. B. bei manchen Akazien, bei welchen dann der Blattstiel sich in Richtung der Medianebene verbreitert und eine scheinbare Spreite, Phyllodium genannt, vorstellt.

Zu der Blattscheide sind auch die Nebenblätter (stipulae) zu rechnen, nämlich je zwei Auszweigungen an der Basis des Blattes (Fig. 12 *B* und *C*, *s s*), welche besonders häufig an solchen Blättern auftreten, welche keine eigentliche Scheide besitzen. Öfters sind sie an Konsistenz und Farbe der Blattspreite ähnlich, wie bei den Weiden, der Erbse, dem Ackerveilchen, den einheimischen Rubiaceen, hier verzweigt; bei anderen Pflanzen dagegen sind sie bleich oder braun und fallen bald nach der Entfaltung der Blätter ab (z. B. Buche, Ulme, Linde). Zuweilen kommt ein Nebenblattpaar mit der Scheide zusammen vor und erscheint dann als ein Paar Zähne an deren Spitze, so z. B. an den Blättern der Rose.

Nur bei wenigen Pflanzen findet sich eine Ligula, auch Blatthäutchen genannt, ein kleiner Auswuchs an der vorderen Fläche der Blätter z. B. bei den Gräsern an der Grenze zwischen Scheide und Spreite (Fig. 12 *A*, *i*), ferner an manchen Blüthenblättern (Lychnis, Narcissus). —

In der Spreite vieler Blätter sieht man schon äußerlich strangförmige helle Streifen verlaufen, die sog. Nerven, welche gewöhnlich auf der Unterseite vorspringen und bei der Verwesung längere Zeit widerstehen, als Skelett des Blattes erhalten bleiben. Diese Nerven besitzen einen von der Grundsubstanz des Blattes verschiedenen anatomischen Bau, welcher einstweilen unberücksichtigt bleiben kann, und stehen durch ihre Richtung und Anordnung im engsten Zusammenhange mit der ganzen Gestaltung

der Spreite. Nach ihrem Vorkommen und ihrer Anordnung können wir folgende Typen unterscheiden:

1) Nervenlose Blätter, welche die in Rede stehende Differenzirung überhaupt nicht besitzen, so die Blätter der Algen, fast aller Lebermoose

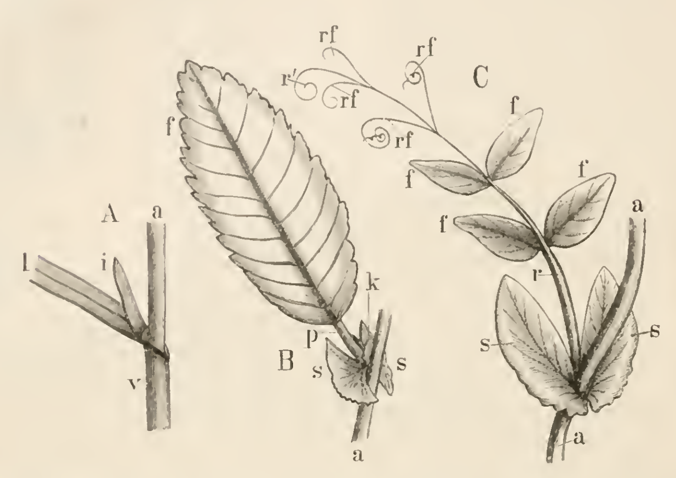


Fig. 12. *A* Stück eines Grasblattes (von Poa trivialis) mit Ligula *i*; *a* der Stengel, *v* die zusammengerollte Scheide, *l* die Spreite des Blattes (nat. Gr.). *B* Blatt einer Weide, Salix Caprea; *a* Zweig, *ss* die Nebenblätter, *p* der Blattstiel, *f* die Spreite, *k* Achselknospe (nat. Gr.). *C* Blatt der Erbse, Pisum arvense; *a* der Stengel, *ss* die Nebenblätter, *r* die Spindel, *ff* die Blättchen, *rf rf* die oberen in Ranken umgewandelten Blättchen, *r'* das rankenförmige Ende der Spindel (1/3 der nat. Gr.).

und vieler Laubmoose; hingegen dürfen wir nicht hierher rechnen die fleischigen Blätter vieler Phanerogamen (wie Aloe, Crassulaceen u. a.), bei welchen äußerlich keine Nerven sichtbar sind, im Innern aber doch die entsprechenden Strukturdifferenzen existiren;

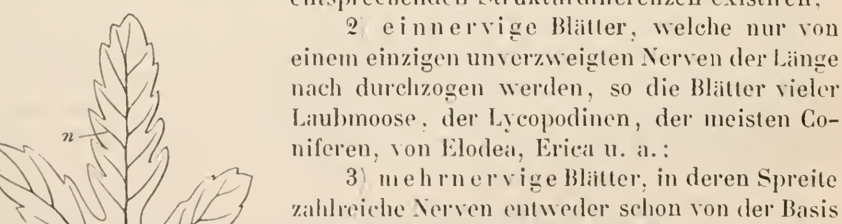


Fig. 13. Blatt einer jungen Farnpflanze mit fiederiger Nervatur; *m* der Mittelnerv, *ss* die stärkeren unteren, *n* die schwächeren oberen Seitennerven (3 mal vergr.).

2) einnervige Blätter, welche nur von einem einzigen unverzweigten Nerven der Länge nach durchzogen werden, so die Blätter vieler Laubmoose, der Lycopodinen, der meisten Coniferen, von Elodea, Erica u. a.;

3) mehrnervige Blätter, in deren Spreite zahlreiche Nerven entweder schon von der Basis aus eintreten, oder durch Verzweigung eines oder mehrerer in die Spreite eintretender Nerven zu stande kommen. Die Verzweigung der Nerven ist entweder eine dichotomische (wie bei Adiantum reniforme und anderen Farnen, bei Gingko unter den Coniferen), wobei ein Mittelnerv nicht existirt, oder eine monopodiale, letzteres am deutlichsten da, wo nach racemösem Typus vom Mittelnerven beiderseits zahlreiche, wie der Bart einer Feder abstehende Seitennerven abgehen (Fig. 13, auch Fig. 12 *B*, 15 *A*):

fiederförmige Nervatur (nervi pinnati). Dem cymösen Typus gehört die sog. fußförmige Nervatur (nervi pedati) an, bei welcher (seltener die beiden Gabeläste einer Dichotomie, meist das unterste Paar Seitennerven sich nach Art einer Sichel (s. oben S. 12 Fig. 10 *D*) weiter verzweigen; sind dabei die Fußstücke der Nerven auf ein Minimum reduzirt, so entsteht die handförmige Nervatur (nervi palmati), bei welcher die Nerven von der Basis des Mittelnerven ausstrahlen (Fig. 15 *B*).

Nach dem weiteren Verhalten der Nerven und ihrer Zweige unterscheidet man folgende Formen der Nervatur, welche freilich durch Übergänge verbunden werden:

a) freie Nervatur, wenn die Nerven oder Nervenäste am Rande des Blattes frei endigen und auch sonst keine Anastomosen eingehen, so z. B. in vielen Farnblättern (Fig. 13), von Coniferen bei Gingko, Araucaria imbricata u. a., ferner bei den meisten Cycadeen, den Wasserranunkeln u. a.;

b) streifige oder parallele Nervatur (Fig. 19): hier laufen zahlreiche dichtgenäherte, unter sich annähernd parallele Nerven gegen die Spitze oder den Rand und sind dort bogig, im Längsverlauf durch kurze schwache, meist rechtwinkelig ansetzende Äderchen verbunden; diese Form der Nervatur kommt den Blättern der meisten Monocotyledonen, z. B. Gräsern, Lilien, Palmen zu und tritt hier in mehreren, jedoch durch allmähliche Übergänge verbundenen Modifikationen auf. Es treten nämlich bald die Nerven zahlreich ohne nennenswerthe weitere Verzweigung in das Blatt ein (z. B. Orchis Morio); bald entspringen sie in sehr spitzem Winkel von einem wenigstens an der Basis stark hervortretenden Mittelnerven und verlaufen gegen die Spitze zu (z. B. Mais und andere Gräser, Dracaenen u. a.), oder sie gehen in fast rechtem Winkel zahlreich vom starken Mittelnerv ab und laufen unter sich parallel gegen den Rand, um sich erst hier gegen die Spitze zu wenden (z. B. Canna, Musa u. a.).

c) die netzaderige Nervatur kommt dadurch zu stande, daß die Nerven sich in Äste verschieden hoher Ordnungen unter verschiedenen Winkeln verzweigen, und mit einander anastomosiren (Fig. 14), wobei im Inneren der so entstehenden Maschen sowie gegen den Rand zu einzelne freie Nervenendigungen vorkommen können. Es ist dies die vorherrschende Nervatur der Dicotyledonen, welche sich jedoch auch bei einzelnen Monocotyledonen (z. B. Paris, Dioscoreen, Smilax, vielen Araceen) und zahlreichen Farnen findet. Es treten hier gewöhnlich einzelne Nerven, die man als Rippen bezeichnen kann, stärker hervor und stehen in augenscheinlicher Beziehung zur Gestalt und Theilung des Blattes, während dieses für die zarteren anastomosirenden Adern begreiflicherweise nicht der Fall ist. Die Anordnung dieser Rippen ist dann für die Bezeichnung der Nervatur als fiederförmig, handförmig etc. maßgebend (Fig. 15). —

In der beschreibenden Botanik ist eine große Anzahl von Ausdrücken eingeführt, um die Insertion, den Gesammtumriß, die Spitze, den Rand des Blattes beziehungsweise der Spreite zu charakterisiren. Es seien im Folgenden nur die wichtigsten angeführt:

Entspringt die Spreite ohne Stiel unmittelbar am Stengel, so heißt das Blatt sitzend (folium sessile); stengelumfassend (amplexicaule) oder halbstengelumfassend (semiamplexicaule), wenn es an der Insertion um den



Fig. 14. Stück eines Blattes von Salix Caprea, mit netzaderiger Nervatur; *m* Mittelnerv, *n* stärkere Seitennerven (Rippen), *v* anastomosirende Adern (nat. Gr.).

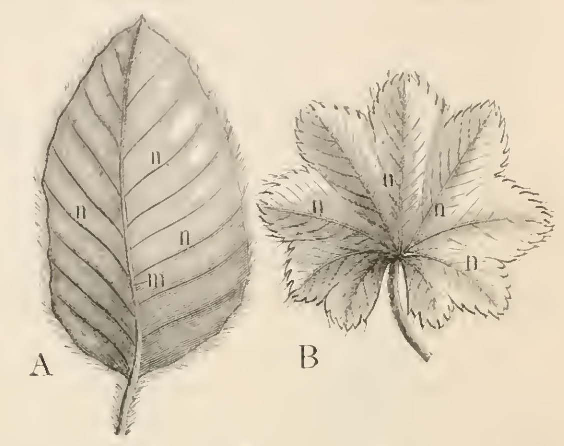


Fig. 15. *A* Fiederförmige Nervatur des Blattes der Buche, Fagus silvatica, *m* Mittelnerv, *nn* Seitennerven. *B* handförmige Nervatur des Blattes von Alchemilla vulgaris (nat. Gr.).

ganzen oder halben Stengelumfang greift (z. B. Thlaspi perfoliatum, Fig. 16 *A*); durchwachsen (perfoliatum), wenn die Ränder des Blattes an der der Insertion gegenüberliegenden Seite des Stengels mit einander verwachsen sind (z. B. Bupleurum rotundifolium (Fig. 16 *B*); nicht zu verwechseln hiermit sind die zusammengewachsenen Blätter (folia connata), wenn nämlich zwei auf gleicher Höhe einander gegenüberstehende Blätter an ihrer Basis mit einander verwachsen (z. B. Geisblatt, Lonicera Caprifolium, Fig. 16 *C*). Beim herablaufenden Blatt (f. decurrens) ziehen sich von der Insertion noch blattartige Flügel am Stengel hinab, der dann geflügelt (caulis alatus) heißt (z. B. bei manchen Arten der Wollblume, Verbascum); ähnlich kann auch der Blattstiel durch die herablaufende Spreite geflügelt sein.

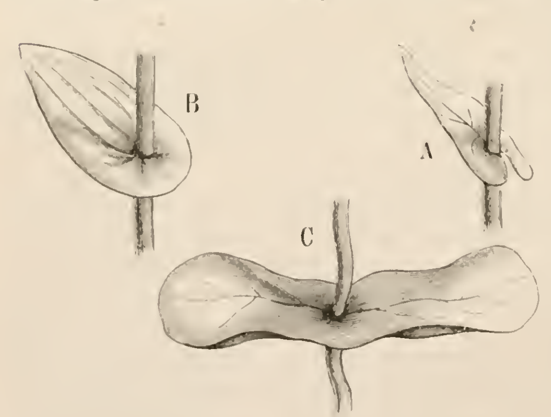


Fig. 16. Insertionen stielloser Blätter. *A* umfassendes Blatt von Thlaspi perfoliatum; *B* durchwachsenes Blatt von Bupleurum rotundifolium; *C* zusammengewachsene Blätter von Lonicera Caprifolium.

Der Stiel ist nur selten an der Unterseite der Spreite eingefügt (z. B. bei der Kapuzinerkresse, Tropaeolum), dann heißt das Blatt schildförmig (f. peltatum); meist ist er dem hinteren Rande der Spreite eingefügt; dabei kann er entweder scharf von der Spreite abgesetzt sein, oder allmählich in dieselbe übergehen (letzteres z. B. beim keilförmigen Blatt (cuneatum) des Gänseblümchens, Bellis perennis). Herz-

förmig (cordatum) (Fig. 19 *L*) heißt das Blatt, wenn der hintere Rand, sowohl des gestielten als des sitzenden, in der Mitte ausgeschnitten ist (z. B. Flieder, Syringa); pfeilförmig (sagittatum), wenn die Spreite beiderseits von diesem Ausschnitt in spitze Lappen ausgezogen ist (z. B. Pfeilkraut, Sagittaria).

Nach dem Gesammtumriß ist das Blatt bald linealisch (lineare), wenn die Ränder ziemlich parallel laufen (z. B. Gräser); lanzettlich (lanceolatum), wenn es mindestens viermal so lang als breit ist (z. B. Spitzwegerich); elliptisch (ellipticum), wenn es etwa doppelt so lang als breit ist (z. B. Blättchen des Rosenblattes); eiförmig (ovatum), wenn es dabei nahe der Basis am breitesten ist; verkehrt eiförmig (obovatum), wenn es nahe der Spitze am breitesten ist; rundlich (subrotundum), kreisrund (orbiculare), nierenförmig (reniforme), wenn es quer breiter und dabei herzförmig ist (Gundelrebe, Glechoma, Fig. 20 *E, f.*)

Nach der Beschaffenheit der Spitze der Spreite (also des der Anheftung des Stiels entgegengesetzten Endes) ist das Blatt entweder spitz (f. acutum), wenn die Seitenränder allmählich unter spitzem Winkel zusammenlaufen (z. B. Spitzwegerich); oder zugespitzt (acuminatum), wenn die Spitze scharf abgesetzt ist (Fig. 17 *G*) (z. B. an den einzelnen Blättchen des Roßkastanienblattes), oder stumpf (obtusum), oder ausgerandet (emarginatum, Fig. 17 *Df'*), d. h. mit einer Ausbuchtung des breiten stumpfen Randes (z. B. die flach nadelförmigen Blätter der Edeltanne); verkehrt herzförmig (obcordatum), wenn diese Ausbuchtung tiefer ist (z. B. die Blättchen des Sauerklees, Oxalis); bisweilen stachelspitzig (mucronatum), z. B. die Blättchen der Luzerne, Medicago sativa, Fig. 17 *F, f', s*.

Der Rand des Blattes ist entweder glatt; dann heißt das Blatt ganzrandig (integerrimum), Fig. 19 *L*, z. B. Vergißmeinnicht, Tulpe; oder er besitzt kleine Vorsprünge, so daß das Blatt gezähnt (dentatum, die Abschnitte des Blattes in Fig. 17 *C*) ist mit spitzen geraden Vorsprüngen (z. B. Hieracium murorum), oder gesägt (serratum) mit vorwärts gerichteten Zähnen Fig. 15 *B* (z. B. Rose), oder gekerbt (crenatum) mit stumpfen bogigen Vorsprüngen, z. B. Veilchen (Fig. 20 *E, f*).

Diese soeben erwähnten Vorsprünge des Blattrandes hängen theils mit dem Verlauf der Nervatur zusammen, indem z. B. bei den Farnen meistens die Zähne den freien Nervenenden entsprechen, oder bei den oben beispielsweise angeführten Pflanzen mit netzaderiger Nervatur den stärkeren Rippen; zum Theil aber, und dies ist vorzugsweise bei nervenlosen und einnervigen Blättern der Fall, existirt eine solche Beziehung zur Nervatur nicht, so bei vielen Moosen (z. B. Mnium serratum), Najas, Coniferen.

Sind die Einschnitte tiefer, so ist das Blatt nicht mehr ganz (integrum), sondern verzweigt. Verzweigung des Blattes findet sich bei nervenlosen, wie bei genervten Blättern; von ersteren seien als Beispiele genannt die Blätter vieler Algen, wie Caulerpa-Arten, Polysiphonia, Chara, ferner die Blätter der meisten Jungermanniaceen (Lebermoose), welche schon ihrer Entstehung nach aus zwei Theilen bestehen, bei einigen Formen (z. B. Trichocolea) in zahlreiche haarförmige Zweige aufgelöst sind. Bei generyten Blättern hängt die Verzweigung aufs innigste mit der Nervatur zusammen, und ist auch in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle bilateral, d. h. die Zweige liegen wenigstens ursprünglich alle in der Ebene des Blattes; doch findet sich eine Verzweigung aus der Fläche bei den Staubblättern mancher Phanerogamen, an den fertilen Blättern der Ophioglosseen (Farne).

Entsprechend der Nervatur unterscheiden wir somit dichotomisch, fiederförmig, fußförmig und handförmig verzweigte Blätter. Je nachdem die Einschnitte mehr oder minder weit bis zum Grunde, d. h. bis zum Ende des Blattstiels,

bei fiederförmiger bis zur Mittelrippe reichen, heißt das Blatt: gelappt (lobatum), wenn die Einschnitte nicht bis zur Mittelrippe (handförmig, s. Fig. 15 *B*); gespalten (fissum), wenn sie etwa bis zur Mitte (handförmig, Fig. 17 *A*); getheilt (partitum), wenn sie bis zum Grunde gehen (fiederförmig, Fig. 17 *C*). Das zusammengesetzte Blatt (compositum) kommt dadurch zu stande, daß durch diese Theilung die Spreite in eine Anzahl einzelner Spreiten zerfällt, welche durch einzelne Stielchen

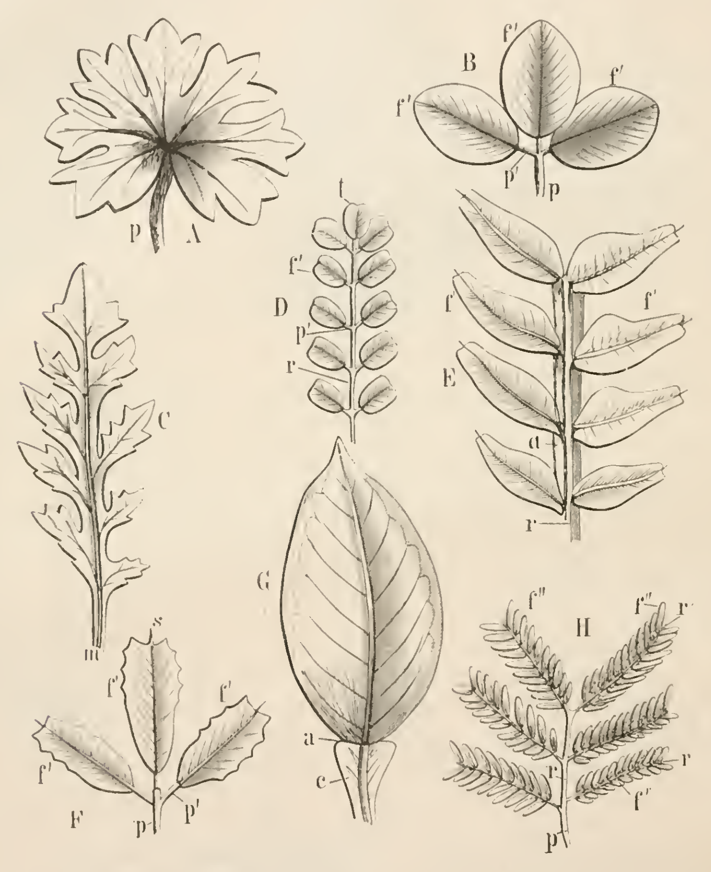


Fig. 17. Verzweigte Blätter. *p* Blattstiel, *p'* Stielchen, *f'* Blättchen, *r* Spindel. *A* handförmig gespaltenes Blatt eines Geranium. *B* dreizähliges Blatt des Wiesenklees. *C* fiedertheiliges Blatt des Hirtentäschelkrauts. *D* unpaarig gefiedertes Blatt von Hippocrepis comosa. *t* das Endblättchen. *E* paarig gefiedertes Blatt von Pistacia Lentiscus, *a* Flügel der Rhachis. *F* dreizählig gefiedertes Blatt von Medicago (unterscheidet sich von der handförmig dreizähligen Fig. *B* dadurch, daß die Stielchen *p'* nicht von einem Punkt entspringen, sondern der gemeinsame Stiel *p* sich noch über die Insertion des einzigen Fiederpaares fortsetzt). *G* Blatt der Orange; die Gliederung *a* zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel *c* deutet an, daß die Spreite das Endblättchen eines gefiederten Blattes ist, dessen Seitenblättchen fehlen. *H* doppelt (paarig) gefiedertes Blatt einer Akazie, *r'* sekundäre Spindeln, *f'* Blättchen.

mit einander verbunden sind und Blättchen (foliola, Fig. 17 *H, f'*) genannt werden. Das zusammengesetzte Blatt kann ebenfalls handförmig (palmatim) oder fiederförmig (pinnatim) zusammengesetzt sein. Im ersteren Falle heißt es dann nach der Anzahl der Blättchen drei-, vier-, fünfzählig (ternatum, Fig. 17 *B*) u. s. w., z. B. Klee, Lupine, Roßkastanie; bei wiederholter Theilung der einzelnen Blättchen doppeltdreizählig (biternatum) u. s. w. Beim fiederförmig zusammengesetzten

Blatt, auch kurz gefiedert (pinnatum) genannt, stehen die einzelnen Blättchen, die Fiedern (pinnae), Fig. 17 *D, f'*, an den Seiten einer Mittelrippe oder Spindel (rachis), welche als Verlängerung des Blattstiels erscheint (Fig. 17 *D, r*); schließt diese mit einem Endblättchen ab, so heißt das Blatt unpaarig gefiedert (imparipinnatum), Fig. 17 *D, t*; ist aber kein Endblättchen vorhanden, paarig gefiedert (paripinnatum), Fig. 17 *E*. Je nach der Anzahl der Blättchen ist das Blatt zwei-, drei-, vierpaarig (Fig. 17 *E*) u. s. w. (bi-, trijugum). Wenn sich die fiederige Zusammensetzung in höheren Graden wiederholt, so heißt das Blatt zweifach u. s. w. gefiedert (bipinnatum) Fig. 17 *H*. Durch Kombination der handförmigen mit der fiederigen Zusammensetzung entstehen sehr komplizirt gebaute Blattformen z. B. bei vielen Doldengewächsen. Die meisten gefiederten Blätter gehören dem racemösen Verzweigungstypus an; es kann aber auch bei cymöser Anlage, welche gewöhnlich zur hand- oder fußförmigen Gestalt führt, ein nachträgliches Auseinanderrücken der Blättchen in der Längsrichtung eintreten, wodurch das Blatt einem gefiederten äußerst ähnlich wird, so bei den Rosen und verwandten Pflanzen; werden dabei noch Abschnitte höherer Ordnung von ihrer Ursprungsstelle hinweggerückt, so scheinen diese als kleinere Fiedern zwischen den größeren zu stehen, und es kommt das sog. unterbrochen gefiederte Blatt (f. interrupte pinnatum) zu stande, z. B. Potentilla anserina. Die meisten Schriftsteller wenden die Bezeichnung fol. pinnatum und fol. palmatum nur dann an, wenn die einzelnen Blättchen an der Basis artikulirt sind (z. B. Fig. 17 *E, F*) und beim Absterben sich an der Artikulationsstelle einzeln ablösen; sie bezeichnen solche zusammengesetzte Blätter, denen diese Artikulation fehlt, als fiederschnittig, f. pinnatisecta, beziehungsweise handschnittig, f. palmatisecta; das Fehlen oder Vorhandensein dieser Artikulation ändert aber an dem morphologischen Aufbau gar nichts; sie giebt uns nur bisweilen Anhaltspunkte, den Aufbau leichter zu erkennen; so ergiebt sich daraus, daß in Fig. 17 *F* die Artikulation des mittleren Blättchens über der Insertion der beiden seitlichen liegt, daß dieses kein handförmig dreizähliges Blatt (wie Fig. 17 *B*) ist, sondern ein einpaarig gefiedertes; ebenso deutet die Artikulation in Fig. 17 *G, a* an, daß die Spreite hier als das Endblättchen eines gefiederten Blattes zu betrachten ist, dessen Seitenblättchen nicht zur Entwickelung gelangen.

Bei manchen Pflanzen werden die Blätter oder Blatttheile zu Ranken umgebildet, zu stielartigen Organen, welche sich um andere Gegenstände rollen und so zur Befestigung dienen (s. § 59), z. B. die Mittelrippe mit allen oder nur den obersten Fiederblättchen bei Wicken, Erbsen und verwandten Pflanzen (Fig. 12 *C, r'* und *rf*). Seltener ist die schlauch- oder krugförmige Ausbildung eines Blatttheiles, wie der Spreite von Nepenthes.

Die Konsistenz der meisten Blätter wird als krautig bezeichnet; solche Blätter haben meist nur einjährige Lebensdauer und sterben im Herbste sammt den Stengeln ab oder fallen ab; die derberen Blätter von lederartiger oder ähnlicher Konsistenz überdauern den Winter, um entweder mit Entfaltung der neuen Blätter abzufallen (z. B. Ligustrum) oder mehrere Jahre zu leben (z. B. Ilex, Buxus, die meisten unserer Nadelhölzer, deren Nadeln bis 12 Jahre (Weißtanne) leben können. Fleischige Blätter finden sich z. B. bei Aloe, Sedum u. a. Manche Blätter bilden sich zu Dornen (spinae) um, nämlich spitzen, harten, verholzten Körpern, welche ihrer Stellung nach sich als umgewandelte Blätter, als Blattdornen zu erkennen geben, so z. B. die Blätter an den Langtrieben von Berberis (Fig. 18 *a, b*), die Nebenblätter von Robinia Pseudacacia, die Blattstiele der vorjährigen Blätter bei manchen Arten von Caragana und Astragalus.

Die gegenseitige Lage und Gestalt der Blätter in der Knospe bietet ebenfalls charakteristische Eigenthümlichkeiten.

Je nachdem sie mehr oder weniger in die Breite wachsen, stoßen benachbarte Blätter entweder bloß mit ihren Rändern aneinander (klappige Knospenlage, praefoliatio valvata), oder sie greifen mit ihren Rändern übereinander (deckende Knospenlage, pr. imbricativa). Mit Rücksicht auf die Gestalt des einzelnen Blattes in der Knospe (vernatio) unterscheidet man die flache Knospen-

lage (v. plana), die gefaltete (v. duplicativa), wenn das Blatt an der Mittelrippe nach vorn zusammengelegt ist (z. B. Bohne); die mehrfach gefaltete (v. plicativa), wenn das Blatt in zahlreiche longitudinale oder schräge Falten gelegt ist (z. B. Buche); die zerknitterte (v. corrugativa), wenn Falten und Unebenheiten nach allen Richtungen vorkommen (z. B. Blüthenblätter des Mohn); die eingerollte (v. involutiva), wenn die Seitenränder gegen die Oberseite zu eingerollt sind (z. B. Veilchen); die zurückgerollte (v. revolutiva), wenn sie gegen die Unterseite gerollt sind (z. B. Ampfer); die zusammengerollte (v. convolutiva), wenn das ganze Blatt in einer Richtung tutenförmig zusammengerollt ist (z. B. Canna), und die schneckenförmig gerollte (v. circinata), wenn das Blatt von der Spitze gegen die Basis zu eingerollt ist (z. B. Farnkräuter); die gedrehte Knospenlage (v. contorta) endlich beruht darauf, daß alle Blätter nach einer Richtung, einander deckend, gedreht sind (z. B. Blüthenblätter des Immergrün).

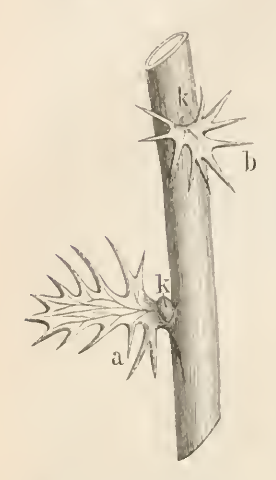


Fig. 18. Blattdornen von Berberis vulgaris an der Basis eines einjährigen Triebes, *a* mit breiter Fläche, *b* mit kleiner Fläche. *kk* Achselknospen (nat. Gr.).

Bei den reichgegliederten höheren Pflanzen lassen sich verschiedene Blattformationen unterscheiden, indem nämlich bestimmte Regionen des Stengels in gewissen Beziehungen übereinstimmende Blattgebilde erzeugen. Man unterscheidet:

1) die Laubblätter, gewöhnlich auch kurzweg Blätter (folia) genannt (Fig. 19 *L*); sie sind die verbreitetste Formation, zeichnen sich durch ihre vorherrschend grüne Farbe aus und sind ihrer Verrichtung gemäß (s. § 46) auf die Ausbreitung am Sonnenlichte angewiesen. Sind sie klein, so sind sie in großer Menge vorhanden (z. B. Fichte), je größer sie sind, desto geringer ist ihre Anzahl, (z. B. Sonnenblume, Paulownia). Sie besitzen, abgesehen von den mit Phyllodien versehenen Pflanzen und wenigen anderen Ausnahmefällen, stets eine entwickelte Spreite, auf welche sich die im Vorstehenden geschilderten Verschiedenheiten der Blattformen vorzugsweise beziehen;

2) die Niederblätter oder Schuppen (squamae, phyllades) (Fig. 19 *N*), sind meistens bleich oder bräunlich, immer einfach gebaut, ohne vorspringende Nerven und sind dem Stengel mit breiter Basis eingefügt; es sind entweder ganze Blätter, welche auf einer früheren Entwickelungsstufe stehen bleiben und sich von den Laubblättern verschieden ausbilden, oder es sind Scheidentheile von Blättern, deren Spreiten verkümmern. Sie finden sich regelmäßig an unterirdischen Stämmen (z. B. die Zwiebelschalen), an vielen Rhizomen (s. unten § 9), aber auch an oberirdischen. Manche nicht grüne Pflanzen (z. B. Orobanche, Neottia) tragen überhaupt außer den Blüthentheilen nur Niederblätter. Ihre weiteste Verbreitung an oberirdischen Stammgebilden besitzen sie in der Form der Knospenschuppen unserer Holzgewächse; während eine geringe Anzahl derselben (Rhamnus Frangula, Viburnum Lantana, Cornusarten) keine besonderen Knospenschuppen besitzen, sondern die ersten Laubblätter des folgenden Jahrestriebes unbedeckt tragen, andere einen

Schutz für diese Laubblätter nur durch die Nebenblätter entweder des ersten folgenden (Erlen) oder des letztvorhergehenden Laubblattes (Liriodendron) herstellen, finden wir bei den meisten geschlossenen Knospen die untersten Blätter des folgenden Jahrestriebes in Niederblätter umgewandelt.

Man kann folgende Typen in der Bildung der Knospenschuppen unterscheiden:

a) die Knospenschuppen sind aus der ganzen Blattanlage hervorgegangen, so z. B. bei Syringa, den Abietineen;

b) die Knospenschuppen entwickeln sich aus der Anlage des Scheidentheils des Blattes und tragen an ihrer Spitze die verkümmerte Spreite, so z. B. die Ahorne, Eschen, Roßkastanie;

c) die Knospenschuppen werden von Nebenblättern gebildet, welche sich allein entwickeln, während die Spreite verkümmert; so bei den Eichen, Buchen.



Fig. 19. Die drei Blattformationen am Stengel von Maianthemum bifolium (natürl. Gr.). *N* Niederblattregion, *L* Laubblattregion, *H* Hochblattregion, *d* Deckblätter, *b* die Blüthen in deren Achseln, letztere nach Form und Stellung vereinfacht dargestellt; *w* Wurzeln.

3) Die Hochblätter (bracteae) (Fig. 19 *H*) gehören der blüthentragenden Region des Stengels an, sind meist kleiner als die Laubblätter, mit schmaler Basis am Stengel sitzend (z. B. die Spelzen der Gräser) und sind entweder grün oder bunt gefärbt, bisweilen auch rein weiß. In diese Kategorie sind die eigenartig ausgebildeten Blätter zu rechnen, welche bei vielen Moosen die Sexualorgane umgeben, ferner die Blätter der meisten Lycopodien und Selaginellen, in deren Achseln die Sporangien stehen.

Diesen letzteren schließen sich die Blattgebilde der Blüthe an, welche entsprechend den bei der Fortpflanzung ausgeübten Funktionen eigenthümliche Ausbildung erfahren, s. darüber im vierten Theil.

§ 9. **Die Ausbildungsformen der Stammgebilde.** Während wir den Blättern als die häufigste Gestalt die dorsiventrale zuschreiben konnten, finden wir bei Stammgebilden vorherrschend multilateralen Bau: die Stammgebilde sind zumeist zylindrisch oder prismatisch. Die Kanten prismatischer Stämme stehen gewöhnlich mit der Anordnung der Blätter im

Zusammenhang, wie am deutlichsten die bei decussirter Blattstellung so häufigen vierkantigen Stengel zeigen. Doch giebt es auch Stammgebilde, welche deutlich dorsiventral gebaut sind und bei flüchtiger Betrachtung wie Blätter erscheinen; solche blattartige Stammgebilde, Phyllocladien genannt, zeigen auch gewöhnlich eine den Blättern ähnliche Nervatur, so bei Ruscus, Phyllocladus, Phyllanthus u. a.; als Stammgebilde erkennt man sie leicht daran, daß sie aus Blattachseln entspringen und selbst wieder Sprosse erzeugen. Die Blattbildung tritt an solchen Stämmen sehr zurück und ist fast nur auf Schuppenblätter beschränkt. Zumeist sind diese Phyllocladien Seitenzweige anderer vorzugsweise in die Länge wachsender Hauptachsen; relativ seltener zeigen sie selbst anhaltendes Längenwachsthum, wie z. B. bei Phyllocactus.

Eine Verschiedenheit in der Entwickelung der Seitenäste von den Hauptstämmen ist überhaupt eine sehr verbreitete Erscheinung; wo dieser Gegensatz stark ausgesprochen ist, unterscheiden wir Langtriebe und Kurztriebe, erstere mit anhaltendem Längenwachsthum, letztere mit sehr geringer, begrenzter Längsentwickelung, beschränkter Weiterverzweigung, zuweilen auch kürzerer Lebensdauer. So finden wir schon bei manchen Algen (Florideen) eine Differenzirung der Stammgebilde in Lang- und Kurztriebe; wir treffen ferner bei vielen Moosen (z. B. Sphagnum, Thuidium) eine erheblich verschiedene Ausbildung der begrenzten Seitenzweige; ferner bei vielen Phanerogamen.

Schöne Beispiele für die Bildung der Kurztriebe geben unter den Nadelhölzern die Lärche und die Kiefer: bei ersterer sind Kurztriebe die sog. Nadelbüschel, welche in der Achsel vorjähriger Blätter eines Langtriebes entstehen, sich jedes Jahr nur ganz wenig verlängern, aber unter Umständen in einen Langtrieb übergehen können. Bei der gemeinen Kiefer tragen diese Kurztriebe außer einigen Schuppenblättern nur zwei grüne nadelförmige Blätter, entstehen in der Achsel schuppenförmiger Blätter am Langtrieb des gleichen Jahres, und fallen nach dem Ableben ihrer Blätter ab. Bei Laubhölzern finden wir deutliche Kurztriebe z. B. bei Berberis, an den Apfel-, Birnbäumen u. dgl. als sog. »Tragholz«, welches allein Blüthen und Früchte trägt, und sonst vielfach.

Die weicheren krautigen Stammgebilde werden gewöhnlich als Stengel (caulis) bezeichnet, als Stämme (trunci), Äste und Zweige (rami) vorzugsweise die massigen der Baumfarne, Palmen, sowie die holzigen in die Dicke wachsenden der Coniferen und übrigen Bäume. An den oberirdisch ausdauernden Stämmen und Zweigen der Holzgewächse lösen sich die Blätter an einer vorgebildeten Stelle los; ihre Stammgebilde bauen sich aus einzelnen Jahrestrieben auf, indem die Spitze des Triebes und die Seitensprosse während eines großen Theiles des Jahres im Knospenzustande verharren. Die untersten Internodien eines jeden Jahrestriebes bleiben kurz, besonders die zwischen den Knospenschuppen befindlichen; daher läßt sich die Grenze zweier Jahrestriebe auch an älteren Zweigen noch leicht an den dichtgenäherten Narben der Knospenschuppen erkennen. Bei manchen Bäumen (z. B. Eiche) kommt regelmäßig im Hochsommer noch ein zweiter, vorher im Knospenzustand befindlicher Jahrestrieb (Johannistrieb) zur Entfaltung.

Die Stengel sind häufig aufrecht, bisweilen niederliegend (caulis decumbens), z. B. beim Thymian, bei vielen Moosen, besonders Hypnum-Arten; treten dabei an den Knoten Wurzeln hervor, so heißt er kriechend (c. repens), Fig. 20 *E*; Ausläufer (stolones) sind dünne lange Seitensprosse, welche dicht auf oder unter der Erde hinwachsen, um sich in einiger Entfernung von der Mutterpflanze zu bewurzeln (z. B. Erdbeere, Fig. 20 *D*). Windende oder schlingende Stämme (c.

volubiles) sind solche, welche mit Laubblättern und Blüthen versehen sich um aufrechte Stützen aufsteigend emporwinden (Fig. 21 *B*), z. B. Hopfen, Bohne, Winde (Convolvulus) (s. auch § 59). Zu ähnlichem Zwecke erzeugen andere Pflanzen Ranken (cirrhi), d. h. kürzere, nur mit kleinen schuppenförmigen Blättern besetzte fadenförmige Seitenzweige, welche sich um dünne fremde Körper spiralig rollen (Fig. 21 *A*), z. B. beim echten und wilden Wein, der Passionsblume u. a.

Manche Achsengebilde werden zu Dornen (spinae), indem sie sich in spitze harte Körper umwandeln. Häufig tritt dies am Ende von Zweigen ein, die vorher Blätter erzeugt haben (z. B. Schlehdorn, Fig. 22); oder es werden bestimmte Seitenzweige schon von Anfang an zu Dornen, z. B. bei Gleditschia, wo sie selbst aus der Achsel schuppenförmiger Blätter wieder dornige Seitenzweige entsenden, Crataegus u. a.

Von den unterirdischen, vorherrschend Niederblätter tragenden Stammgebilden, welche im gewöhnlichen Leben meist als Wurzeln betrachtet werden, sind die bemer-

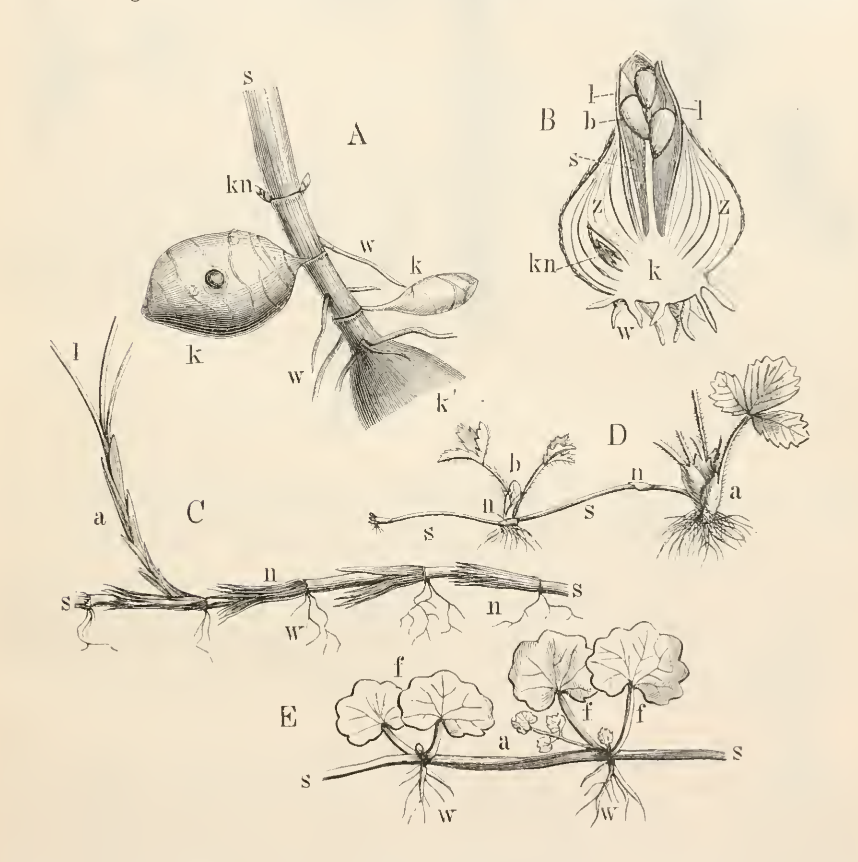


Fig. 20. Verschiedene Stammformen. *A* Knollen von Helianthus tuberosus (1/3 der nat. Gr.), *s* unterer Theil des Stengels, entsprungen aus der vorjährigen Knolle *k'*; aus den oberen Blattachseln entspringen die Knospen *kn*, aus den unteren die Knollen *k* mit sehr kleinen Schuppenblättern und Seitenknospen. — *B* Zwiebel der Gartenhyacinthe, Hyacinthus orientalis (etwas verkleinert); *k* der Stammtheil (Kuchen) der Zwiebel, *z* die Schuppenblätter (Zwiebelschalen), *s* der sich später streckende oberirdische Stengel (Blüthenschaft) mit Blüthenknospen *b*; *l* Laubblätter, *w* Wurzeln; *kn* eine Achselknospe, die zur Zwiebel des nächsten Jahres wird. — *C* gestrecktes Rhizom der Sandsegge, Carex arenaria (1/3); *n* Schuppenblätter des Rhizoms *s*; *a* aufrechter Sproß mit Schuppen- und Laubblättern (*l*). — *D* Ausläufer der Erdbeere, Fragaria (verkleinert), entspringend an der Pflanze *a*, mit Niederblättern *n*. — E kriechender Stamm der Gundelrebe Glechoma hederacea (etwas verkleinert), *ff* die Blätter, welche decussirt stehen; die Internodien sind gedreht; *a* Achselsproß, w Wurzeln.

kenswerthesten: der Wurzelstock oder das Rhizom (rhizoma), welches von der gewöhnlichen Form der Stämme wenig abweichend, häufig horizontal unter der Bodenoberfläche fortwächst und jährlich neue krautige Stengel oder auch grüne Blätter über die Erde emportreibt (Fig. 20 *C*), die Knolle (tuber), welche sehr stark in die Dicke

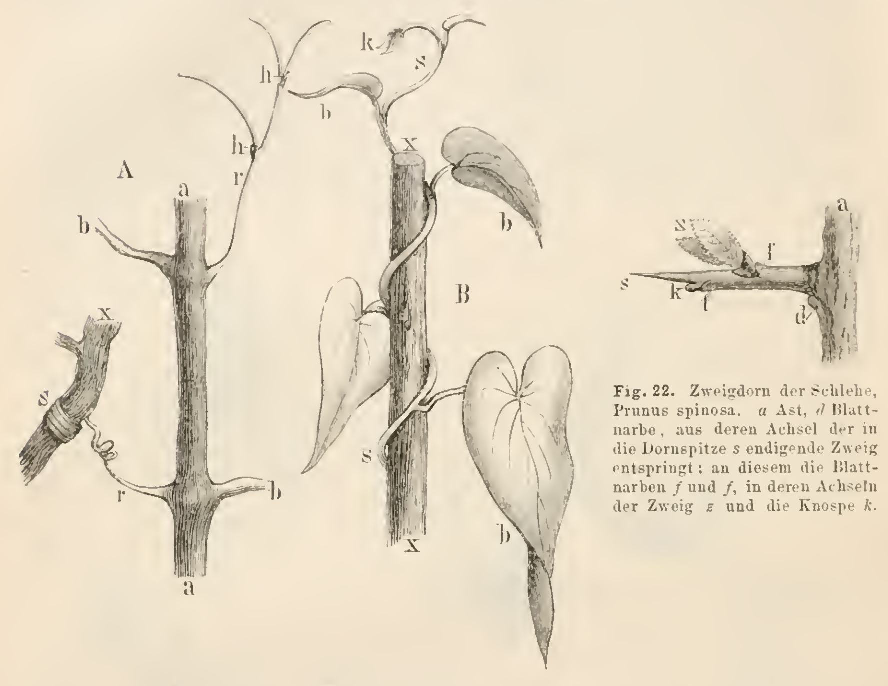


Fig. 22. Zweigdorn der Schlehe, Prunus spinosa. *a* Ast, *d* Blattnarbe, aus deren Achsel der in die Dornspitze *s* endigende Zweig entspringt; an diesem die Blattnarben *f* und *f*, in deren Achseln der Zweig *z* und die Knospe *k*.

Fig. 21. *A* Stück des Stammes der Weinrebe (1/3 nat. Gr.) mit zwei Ranken *rr*, die obere trägt kleinere Blätter *h* und verzweigt sich; die untere hat eine Stütze *x* erfaßt und sich spiralig aufgerollt; *bb* Blattstiele; die Ranken sind hier Zweige, welche ausnahmsweise den Blättern gegenüber stehen. *B* Windender Stengel von Ipomoea, *s*, mit den Blättern *b* und der Knospe *k*; *xx* die Stütze.

wächst und nur kleine schuppenförmige Blätter trägt, z. B. die Knolle der Kartoffel, von Helianthus tuberosus (Fig. 20 *A*, *k*); die Zwiebel (bulbus) (Fig. 20 *B*), bestehend aus einem meist flachen kuchenförmigen Achsengebilde (*k*), welches zahlreiche dicht gestellte und eng zusammenschließende Blätter (*z*) trägt, z. B. die Küchenzwiebel, Tulpe.

§ 10. **Wurzeln** sind nach der botanischen Ausdrucksweise nicht, wie im gewöhnlichen Leben, alle unterirdischen Pflanzentheile, sondern, wie bereits oben S. 14 angegeben, nur jene Glieder, welche endogen entstehen, keine Blätter erzeugen und an ihrem Scheitel von einem eigenthümlichen Gewebe, der Wurzelhaube (Fig. 23 *h*), umgeben sind. Die äußersten Schichten der Wurzelhaube werden abgestoßen, während vom Scheitel her fortwährend neue zugefügt werden. — Die Wurzeln kommen nur bei Gefäßpflanzen vor, unter denen nur sehr wenige ihrer entbehren, z. B. Salvinia, Lemna arrhiza. Haupt- oder Pfahlwurzel heißt bei den Phanerogamen die Wurzel, welche am jungen Keimpflänzchen am hinteren Ende von dessen Stämmchen gebildet wird; sie bleibt bei den

Monocotyledonen (z. B. Gräsern) klein; nur bei den Dicotyledonen (wohin z. B. Bohne, Tabak, Hanf, Eiche gehören) und Nadelhölzern erreicht sie eine im Verhältnis zur übrigen Pflanze stehende mächtige Entwickelung. Alle übrigen Wurzeln, die Seiten- oder Nebenwurzeln, entstehen seitlich aus dem Stamme oder aus Wurzeln, z. B. aus der Hauptwurzel oder aus anderen Nebenwurzeln, zuweilen auch aus Blättern. Sie entstehen immer aus einer inneren Gewebeschicht und durchbrechen das äußere Gewebe. Aus anatomischen Gründen (s. § 30) sind die Seitenwurzeln in Längsreihen an der Mutterwurzel angeordnet; später treten jedoch zuweilen zwischen diesen noch zahlreiche adventive Wurzeln an beliebigen Stellen auf.

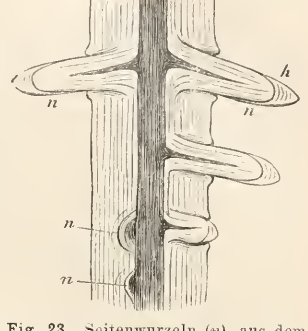
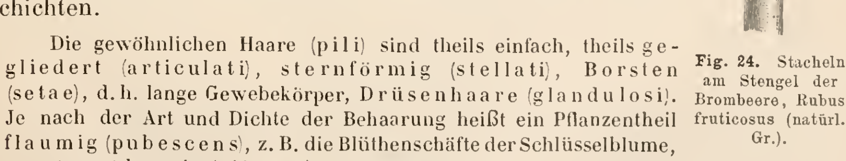


Fig. 23. Seitenwurzeln (*n*), aus dem Pericambium der Hauptwurzel von Vicia Faba entspringend (Längsschnitt, 5mal vergr.); *f* Fibrovasalstrang, *r* Rinde der Hauptwurzel; *h* Wurzelhaube der Seitenwurzeln.

Die ursprüngliche Form der Wurzeln ist die fadenförmig zylindrische; nur solche Wurzeln, welche ein nachträgliches Dickenwachsthum erfahren und dabei saftig werden, erhalten Spindelform (z. B. Rüben) oder knollige Anschwellungen (z. B. Dahlia). Physiologisch ausgezeichnete Formen sind die Luftwurzeln vieler tropischer Pflanzen (besonders Baumfarne, Orchideen, Aroideen), welche den auf hohen Bäumen u. dgl. lebenden Gewächsen zur Befestigung dienen: die Kletterwurzeln des Epheus, welche aus dem Stamm stellenweise in dichten Reihen hervorbrechen, kurz bleiben und zur dichten Anheftung an Mauern, Baumstämme dienen, und endlich die Saugwurzeln mancher Schmarotzerpflanzen, wie z. B. der Flachsseide, Cuscuta, welche in das Gewebe der Nährpflanze eindringen.

§ 11. Die **Haargebilde** oder **Trichome** sind dadurch charakterisirt, daß sie aus der Oberhaut oder auch aus den äußeren Schichten eines Gliedes hervorgehen und im Vergleiche mit den Zweigen und Blättern eine ganz untergeordnete Rolle im Aufbau des Pflanzenkörpers spielen; sie erscheinen theils in der Form der unten (§ 33) näher zu beschreibenden eigentlichen Haare, theils als Stacheln (aculei) (Fig. 24), z. B. an Brombeersträuchern, Rosen; diese sind nicht Umwandlungen bestimmter Glieder (Stengel oder Blätter), wie die oben S. 23 und 27 erwähnten Dornen (spinae), sondern Anhangsgebilde, welche in gleicher Weise am Stamm wie an den Blättern auftreten; an ihrer Bildung betheiligen sich außer der Oberhaut auch tiefere Schichten.


Fig. 24. Stacheln am Stengel der Brombeere, Rubus fruticosus (natürl. Gr.).

Die gewöhnlichen Haare (pili) sind theils einfach, theils gegliedert (articulati), sternförmig (stellati), Borsten (setae), d. h. lange Gewebekörper, Drüsenhaare (glandulosi). Je nach der Art und Dichte der Behaarung heißt ein Pflanzentheil flaumig (pubescens), z. B. die Blüthenschäfte der Schlüsselblume, zerstreut haarig (pilosus), z. B. Blätter der Sonnenrose, rauhhaarig (hirsutus), z. B. Waldvergißmeinnicht, Myosotis silvatica; steifhaarig (hirsutus, setosus), z. B. Borretsch, Echium; zottig (villosus), z. B. Anemone Pulsatilla; wollig (la-

natus, lanuginosus), z. B. Stachys germanica; filzig (tomentosus), z. B. Blätter von Petasites niveus und spurius, seidenhaarig (sericeus), z. B. Blätter von Salix alba. Fehlt die Behaarung ganz, so heißt der Pflanzentheil kahl (glaber, calvus).

§ 12. Der **Thallus**, welcher den niedriger organisirten Pflanzen, aber auch einigen höheren (z. B. Lemna) zukommt, stellt die einfachste Form des Sprosses vor, an welchem die seitlichen Bildungen nicht so scharf ausgeprägt sind, daß wir sie als Blätter bezeichnen können. Wurzeln können (Lemna) vom Thallus entspringen; bei den niederen Pflanzen wird deren Funktion häufig (z. B. Lebermoose) von Haaren übernommen, welche dann Rhizoiden genannt werden, oder von bestimmten Auszweigungen des Thallus selbst. Dieses letztere Verhalten führt schließlich hinüber zu jenen einfach gebauten Pflanzenkörpern, wo eine Verschiedenheit der Auszweigungen des Thallus überhaupt nicht mehr vorhanden ist und selbst die Fortpflanzungsorgane an denselben Theilen entstehen, welchen die Funktion der Ernährung zukommt (so bei vielen Pilzen).

Zweiter Theil.

Die innere Struktur der Pflanzen (Anatomie).

§ 13. Die im vorigen Theile geschilderten Glieder des Pflanzenkörpers stimmen in ihrem inneren Bau darin untereinander überein, daß sie sämmtlich aus Zellen bestehen oder aus solchen Gebilden, welche durch Veränderung von Zellen entstanden sind. Die Pflanzentheile lassen ihren zelligen Bau leicht erkennen, indem man schon bei schwacher Vergrößerung auf einem Schnitt zahlreiche Hohlräume wahrnimmt, die von festen Wänden getrennt werden. Manchmal gelingt es, die hier zu einem festen Gewebe verbundenen Zellen durch bloßen Druck von einander zu trennen, z. B. in den reifen Schneebeeren (den Früchten von Symphoricarpus racemosa): hier erscheinen sie dann als geschlossene, mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen. Gewisse Zellen kommen immer isolirt vor; so besteht z. B. der Blüthenstaub aus lauter einzelnen Zellen. Die Form und Ausbildung sowie die Verbindung der einzelnen Zellen in einem Gewebe, somit auch die Beschaffenheit des ganzen Gewebes ist aber sehr verschieden; man überzeugt sich schon beim Zerreißen eines beliebigen Pflanzentheils von dem Vorkommen faseriger, strangartiger Gewebe zwischen einer weicheren Masse; da die Verschiedenheit der Gewebe in der verschiedenen Ausbildung der Zellen begründet ist, ist es nöthig, zuerst die einzelne Zelle für sich zu betrachten und erst in einem zweiten Kapitel die Gewebe.

Erstes Kapitel.

Die Zelle.

§ 14. **Theile und Form der Zelle.** An der hinreichend entwickelten lebenden Zelle (Fig. 25 *C*, *D*) unterscheiden wir, von außen nach innen aufeinanderfolgend, drei Hauptbestandtheile:

1) eine feste, elastische, allseitig geschlossene Haut, die Zellhaut

Zellwand, Membran, Fig. 25 C, D, h), welche aus einem ihr eigenthümlichen Stoffe, der Cellulose, besteht;

2) eine dieser innen anliegende, ebenfalls allseitig geschlossene Schicht aus weicher Substanz, welche immer eiweißartige Stoffe enthält, das Protoplasma (Fig. 25 C und D, p); diesem eingebettet findet sich bei allen höheren Pflanzen der Zellkern (Fig. 25 C und D, k);

3) eine wässerige Flüssigkeit, welche den vom Protoplasmakörper umschlossenen Hohlraum ausfüllt, den Zellsaft (Fig. 25 C, s).

Dieselben Zellen, an welchen wir eben diese drei Theile unterscheiden lernten, haben aber im jüngeren Zustande, so lange sie noch viel kleiner sind (Fig. 25 A), ein anderes Aussehen; hier erfüllt das Protoplasma die ganze Zelle; der Zellsaft stellt sich erst im Verlaufe der Entwickelung ein (Fig. 25 B), anfangs in Form von kleinen Tropfen, welche Vacuolen genannt werden (Fig. 25 B, s). Diese wachsen, während die ganze Zelle an Umfang zunimmt, allmählich an und fließen miteinander zusammen, indem die sie trennenden Protoplasmabänder in die wandständige Schicht zurückfließen.

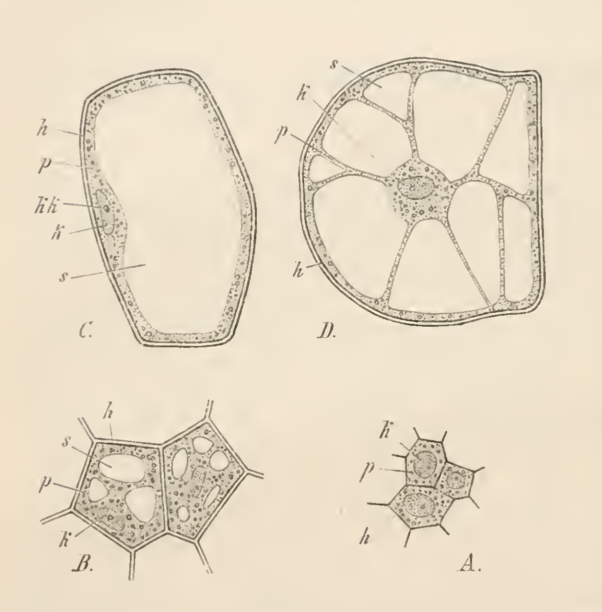


Fig. 25. Zellen mit ihren Hauptbestandtheilen, C und D isolirt aus dem Fruchtfleische von Symphoricarpus racemosa, im Durchschnitt gesehen, C mit wandständigem, D mit aufgehängtem Zellkern (100mal vergr.). A aus einem sehr jungen, B aus einem etwas älteren Fruchtknoten der gleichen Pflanze (300mal vergr.); h Zellhaut; p Protoplasma; k Zellkern; kk Kernkörperchen; s Zellsaft.

Hiermit haben dann die hier betrachteten Zellen, welche als Beispiel für die in vielen saftigen Pflanzentheilen, als Früchten, Rinden von Stengeln und Wurzeln vorkommenden gelten können, ihren definitiven Zustand erreicht, in welchem sie bis zum Tode des betreffenden Organs verbleiben. Andere Zellen, wie z. B. die des Holzes, des Korkes, durchlaufen denselben Zustand, verändern sich aber noch weiter, indem Zellsaft und Protoplasma schwinden und sich zuletzt nur Luft oder Wasser innerhalb der Membran vorfindet. Während nun aber die ersteren, mit Protoplasma ausgestatteten Zellen im stande sind, diosmotische und chemische Prozesse zu unterhalten, unter besonderen Umständen neue Zellen zu erzeugen, d. h. kurz zusammengefaßt, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Funktionen

nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplasmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja es giebt Zellen, welche in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplasmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäußerung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 43 *B*). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplasmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, daß sowohl die Membran, als der Zellsaft Produkte der Thätigkeit des Protoplasma sind. Man hat daher das Wesen der Zelle dadurch auszudrücken gesucht, daß man sie als einen lebendigen Protoplasmakörper bezeichnet, der sich gewöhnlich mit einer festen Haut umgiebt und Saft in sich aufnimmt.

So verschiedenartig die innere Ausbildung der Zellen ist, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Größe und Gestalt. Während einzelne Zellen so klein sind (etwa 0,001 mm im Durchmesser), daß man selbst mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, erreichen andere eine bedeutende Größe (etwa 0,1 bis 0,5 mm), so daß sie selbst mit bloßem Auge unterscheidbar sind (z. B. im Mark von Dahlia, Impatiens, des Hollunders, Sambucus); manche wachsen zu einer Länge von mehreren Centimetern an, wie z. B. die Haare der Baumwolle; einzelne endlich, nämlich bei einigen Algen, wo das ganze Individuum von der einzigen Zelle gebildet wird, nehmen noch größere Dimensionen an.

Die Gestalt solcher Zellen, welche das ganze Pflanzenindividuum vorstellen, ist oft ziemlich regelmäßig rundlich, eiförmig oder schlauchförmig; sie kann aber auch die reichste Gliederung erfahren, indem verschiedene Ausstülpungen einer und der nämlichen Zelle ganz verschiedene Formen annehmen. Bei den hochorganisirten Gewächsen bestehen die verschiedenen Organe aus sehr verschiedenen Zellen, und selbst in demselben Organ findet man dicht nebeneinander verschieden geformte und mit verschiedenem Inhalte versehene Zellen, weil eben innerhalb eines Organs noch verschiedene Lebensverrichtungen nöthig sind. Die Zellen sind hier bald kugelig, oder polyedrisch mit ziemlich gleichen oder wenig verschiedenen Durchmessern (Fig. 25 *C*, z. B. im Mark, in saftigen Früchten, in fleischigen Knollen, wie in der Kartoffel), bald stark in die Länge gezogen, und dabei oft sehr schmal (Fig. 50, z. B. im Holz, die Bastfasern [Flachs], viele Haare, Baumwolle). Gewisse Zellen vereinigen sich oft zu besonderen Organen, indem in ganzen Reihen aneinander stoßender Zellen die dieselben voneinander trennenden Querwände aufgelöst werden. So entstehen die sogenannten Gefäße (Fig. 51 *C*). s. § 26 und 28.

§ 15. **Das Protoplasma** besteht hauptsächlich aus Eiweißstoffen, Wasser und geringen Mengen von Aschenbestandtheilen; da es alle Lebensäußerungen und Ernährungsvorgänge der Zelle vermittelt, enthält es natürlich zeitweise in seinem Innern alle übrigen chemischen Bestandtheile des Pflanzenkörpers. Es erscheint bald homogen, durchsichtig, bald aber

auch mehr oder weniger mit Körnchen, Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen erfüllt, und seiner Konsistenz nach als zähe Masse, manchmal steif, selbst fast flüssig, ist aber niemals eine wahre Flüssigkeit. Wo das Protoplasma Körnchen enthält, zeigt es eine äußere körnchenfreie, oft außerordentlich dünne Schicht, die Hautschicht. In seinem Innern sammelt sich ein Theil des Wassers, von dem es durchtränkt ist, als Vacuolen an (Fig. 25 *B*, *s*); diese fließen häufig zusammen zu einem den größten Theil der Zellhöhlung einnehmenden Saftraum (Fig. 25 *D*, *s*), so daß das Protoplasma nur einen der Wand anliegenden Sack, den Primordialschlauch bildet; es können aber von diesem wandständigen Protoplasma auch anastomosirende Fäden ausgehen, die sich in einer, den Zellkern umschließenden, gleichsam aufgehängten Protoplasmamasse vereinigen (Fig. 25 C). — Während das lebende Protoplasma in Wasser gelöste Farbstoffe weder aufnimmt, noch durch sich hindurchgehen läßt, hindert das todte Protoplasma die Diffusion derselben nicht, und lagert sie selbst in größerer Menge in sich ein.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen gehören die sichtbaren Bewegungen des Protoplasmas. In vielen Zellen sieht man entweder in den oben erwähnten Fäden Strömchen vom Zellkern aus nach den übrigen Flächen des wandständigen Protoplasmas hin verlaufen (Circulation), oder der ganze Protoplasmasack ist in einer die Zelle umlaufenden Bewegung begriffen (Rotation); nackte Primordialzellen, nämlich die Schwärmzellen und Spermatozoiden, schwimmen lebhaft im Wasser, in welchem sie leben, umher und drehen sich dabei fortwährend um ihre eigene Achse; die sog. Plasmodien der Schleimpilze zeigen eine amöbenartige Bewegung, d. h. die nackte Protoplasmamasse von lappigem Umriß verändert fortwährend ihre Form, indem neue Lappen aus der Masse hervortreten, andere eingezogen werden, und bewegt sich dadurch auch langsam fort; gleichzeitig findet im Innern eine lebhafte Strömung der Körnchen statt.

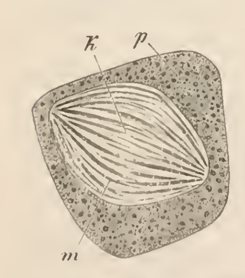


Fig. 26. Zelle aus einem jungen Farnsporangium (Schizaea) mit großem, in Theilung begriffenem Kern *k*; *m* die Richtung, in welcher die Theilung erfolgt, *p* das übrige Protoplasma. 350mal vergrößert.

§ 16. **Der Zellkern** (nucleus) ist stets dem Protoplasma eingelagert und besteht auch aus ähnlicher, aber doch deutlich verschiedener Substanz; er enthält in der Regel in seinem Innern ein oder mehrere kleinere Körnchen, die Kernkörperchen (nucleoli) (Fig. 25 *kk*). Wenn er sich theilt in zwei neue Kerne, so wird in ihm eine fädige Struktur sichtbar; diese Fäden sammeln sich zuerst in der Ebene an, in welcher sich nachher die Trennung vollzieht, und weichen dann nach den beiden Polen auseinander (Fig. 26), wo sie sich zu je einem neuen Zellkern vereinigen. Die meisten Pflanzenzellen enthalten nur je einen Zellkern und diese Theilungsvorgänge des Kerns bilden dann die Einleitung zur Theilung der ganzen Zelle; in einigen, z. B. den großen Zellen mancher Algen (Vaucheria) und Pilze (besonders Phycomyceten), sowie in manchen Milchröhren und Bastfasern, kommen zahlreiche

Kerne vor, welche sich selbständig vermehren; nur für wenige niedrigste Pflanzen, die Schizophyten, ist eine Nachweisung von Zellkernen bis jetzt nicht gelungen. Eine Neubildung von Zellkernen aus dem Protoplasma findet nicht statt, und es sind somit sämmtliche Zellkerne einer Pflanze durch Theilung der anfangs vorhandenen entstanden.

§ 17. Als **Plastiden** faßt man bestimmt geformte Theile des Protoplasmas zusammen, welche in ihrem Innern oder an ihrer Oberfläche eigenartige Stoffe, insbesondere Stärkekörner bilden, und sehr häufig mit Farbstoffen durchtränkt sind. Gleich den Zellkernen entstehen sie niemals frei aus dem Protoplasma, sondern vermehren sich durch Theilung, enthalten auch bisweilen den Kernkörperchen entsprechende körnige Bildungen, die Pyrenoide. Sie fehlen nur den niedrigsten Pflanzen, den Schizophyten, deren Protoplasma, wenn überhaupt, gleichmäßig mit Farbstoff durchtränkt ist. — Je nachdem sie Farbstoffe enthalten oder nicht, sowie je nach der Art des Farbstoffes werden sie unterschieden in Chloroplastiden, Chromoplastiden und Leucoplastiden, wozu jedoch zu bemerken ist, daß diese verschiedenen Arten sehr häufig im Laufe der Entwickelung ineinander übergehen, sowie daß auch die verschiedenen Farbstoffe in naher Beziehung zu einander stehen.

1. Die wichtigsten sind die Chloroplastiden oder Chlorophyllkörper, welche die Träger des im Pflanzenreich so weit verbreiteten grünen Farbstoffes sind. Ihre häufigste, bei den höheren Pflanzen ausschließliche Form ist die der Chlorophyllkörner (Fig. 27). Dieselben bestehen aus einer an sich farblosen protoplasmatischen Grundsubstanz und einer in derselben vertheilten kleinen Quantität grünen Farbstoffes, des Chlorophylls; wird dieses durch Lösungsmittel (z. B. Alkohol) ausgezogen, so bleibt das farblose Korn in Größe und Form unverändert zurück. Die Körner sind stets dem Protoplasma und zwar vorzugsweise der wandständigen Schicht eingebettet, und besitzen meist eine flach scheibenförmige Gestalt. Nicht immer jedoch haben die Chloroplastiden die Gestalt von Körnern; bei den Algen kommen insbesondere die mannigfaltigsten Formen, als Kugelschalen, Sterne (Fig. 87), Spiralbänder (Fig. 44 *cl*), Platten (Fig. 87)

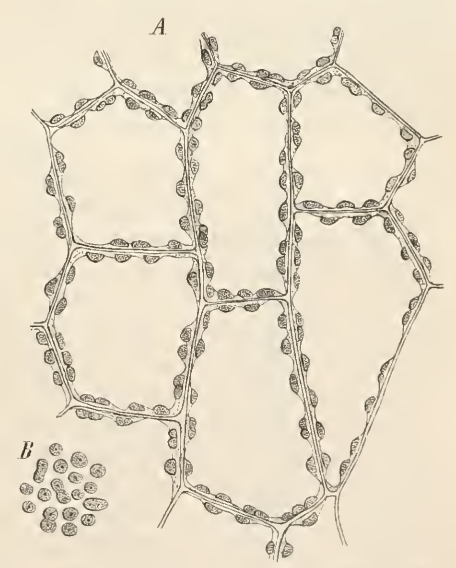


Fig. 27. Chlorophyllkörner im Protoplasma der Zellen eines Farnprothalliums. *A* im optischen Durchschnitt der Zellen; *B* Stück einer Zelle von der Fläche gesehen; einzelne Körner sind in Theilung begriffen (400mal vergr.).

Netzwerke u. a. vor. Unter dem Einfluß des Sonnenlichtes bilden sich in ihrem Innern Einschlüsse von Stärkekörnern, welche oft so stark anwachsen, daß die Substanz des Chlorophyllkornes nur noch als ungemein zarter Überzug der Einschlüsse erkennbar ist (Fig. 28). Im weiteren Verlaufe werden die Chlorophyllkörner wieder zerstört, so in den Zellen der Blätter vor dem Abfallen; es bleiben dann nur kleine gelbe Körnchen zurück. In vielen Fällen wird die grüne Farbe der Pflanzentheile verdeckt durch andere im Zellsafte gelöste Farbstoffe, so an den Blättern von Amarantus, der Blutbuche u. a.



Fig. 28. Einzelne Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen aus dem Blatte von Funaria hygrometrica (550). *a* ein junges, *b* älter, *b'* und *b''* in Theilung begriffen; *c*, *d*, *e* alte Körner, deren Stärkeeinschlüsse fast den ganzen Raum einnehmen; *f* und *g* nach Einwirkung von Wasser, wobei die Substanz des Korns zerstört wird und nur die Stärkeeinschlüsse unversehrt bleiben (nach *Sachs*).

2. Die Chromoplastiden enthalten neben dem Chlorophyll oder statt desselben andere Farbstoffe. Ersteres ist der Fall bei den meisten rothen und braunen Algen, wo sie die Chloroplastiden anderer Pflanzen geradezu vertreten.

Die Zellen der meisten gelben Blüthenblätter, z. B. des Löwenzahnes, Taraxacum, sowie mancher rother Früchte, wie des Liebesapfels, Lycopersicum u. a., enthalten gelbe oder rothe Chromoplastiden von körniger oder spindelförmiger Gestalt, welche aus Chloroplastiden hervorgehen.

3. Die Leucoplastiden sind farblos; sie finden sich in den jungen Geweben, wo sie die Jugendzustände der Chloro- und Chromoplastiden vorstellen, aber auch in älteren Zellen, wo sie als »Stärkebildner« auftreten.

§ 18. **Die Zellhaut** besteht aus Cellulose, Wasser und unorganischen Bestandtheilen. Sie entsteht und wächst durch Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Protoplasma. Ihr Wachsthum findet statt in Richtung der Fläche und andrerseits senkrecht darauf in Richtung der Dicke, und zwar in der Weise, daß zwischen die schon vorhandenen kleinsten Theilchen der Membran neue Substanz eingelagert wird.*)

Durch das Flächenwachsthum wird die Oberfläche der Zellhaut und folglich der Umfang der ganzen Zelle vergrößert, so zwar, daß sich häufig das Volumen der Zelle auf das Hundertfache und darüber steigert: so sind z. B. in einem in der Knospe eingeschlossenen Blatt die dasselbe auch späterhin zusammensetzenden Zellen schon jetzt alle vorhanden, und indem diese sämmtlich ihr Volumen vergrößern, erhält das Blatt seine de-

*) Diese Art des Wachsthums durch Zwischenlagerung der kleinsten Theilchen wird als Intussusception bezeichnet und ist wesentlich verschieden von der Apposition, d. h. der Auflagerung neuer Theilchen auf die Oberfläche des wachsenden Gebildes, z. B. eines Krystalles. Dieselbe steht im engsten Zusammenhange damit, daß in der Zellhaut, sowie den Stärkekörnern und anderen organisirten Gebilden, die festen Theilchen allseitig von Wasser umgeben gedacht werden müssen.

finitive Größe. In den wenigen Fällen, wo das Flächenwachsthum an allen Punkten gleich groß ist, behält die Zelle dabei ihre ursprüngliche Gestalt; gewöhnlich jedoch wächst die Haut an einzelnen bestimmten Partien stärker und so kann z. B. eine anfangs kugelige Zelle würfelförmig, tafelförmig, cylindrisch, schlauch- bis faserförmig u. s. w. werden.

Ebenso ist das Dickenwachsthum der Zellhaut selten gleichmäßig; gewöhnlich nimmt sie an einzelnen Stellen an Dicke mehr zu als an anderen und erhält so Unebenheiten ihrer Fläche. An freiliegenden Zellen oder freien Wänden springen die so entstehenden Erhabenheiten auf der Außenfläche vor in Gestalt von Warzen, Buckeln, Knoten, Stacheln, Leisten u. s. w. (Fig. 29). Die zu Geweben verbundenen Zellen besitzen die Unebenheiten auf der Innenseite der Wand. Bald springen die Erhabenheiten in bestimmter Form gegen das Innere vor, so die ringförmigen (Fig. 30 *r*) und spiraligen (Fig. 30 *s*) Verdickungen gewisser Gefäßwände; bei der sogenannten netzförmig verdickten Wand sind leistenförmige Verdickungen netzartig untereinander verbunden, so daß rundliche oder langgezogene dünne Stellen übrig bleiben; selten finden sich Querbalken, welche von der Wand entspringen, die Höhlung der Zelle durchsetzen und sich mitunter verzweigen. Bald sind aber einzelne, verhältnismäßig kleine Stellen der Wand im Dickenwachsthum gegen die übrigen zurückgeblieben und erscheinen dann von der Oberfläche gesehen als helle Flecken oder Tupfen, gewöhnlich Tüpfel genannt, im Durchschnitt als Kanäle, die je nach der Mächtigkeit der verdickten Wandpartien von kleinerer (Fig. 31 *a*) oder größerer (Fig. 32) Ausdehnung sind. Sehr häufig erscheint der Tüpfel von der Fläche gesehen in Form zweier konzentrischer Kreise oder Ellipsen (Fig. 33 *B*), und zwar deshalb, weil der Tüpfelraum an der Innenseite der Wand eng und an der Außenseite weit ist (Fig. 33 *A*); solche gehöfte Tüpfel finden sich an den Holzfasern der Nadelhölzer (s. Fig. 46), an vielen Gefäßwänden (s. Fig. 33) und auch anderwärts (s. Fig. 45); die treppenförmige Verdickung mancher Gefäßwände beruht auf der regelmäßigen und dichten Anordnung von sehr in die Breite gezogenen gehöften Tüpfeln.

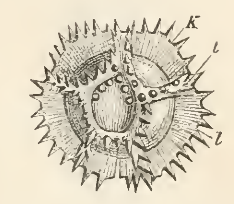


Fig. 29. Verdickungen auf der Außenfläche der Zellhaut. Eine Zelle des Blüthenstaubes von Cichorium Intybus 500mal vergrößert. Die fast kugelige Oberfläche (*K*) ist mit netzartig verbundenen stacheligen Leisten (*l*) besetzt (nach *Sachs*).

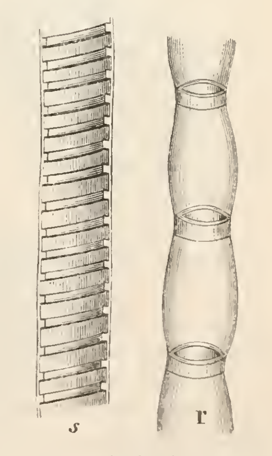


Fig. 30. *r* ringförmige, *s* spiralige Verdickung der Gefäßwände. *r* von außen gesehen, *s* im Längsschnitt (stark vergr., schematisch).

Die Zellwand zeigt, in manchen Fällen sehr deutlich, eine feinere Struktur, die daher rührt, daß wasserreichere und wasserärmere Partien regelmäßig abwechseln:

es tritt dies auf dem Quer- und Längsschnitt als konzentrische Schichtung (Fig. 32), auf der Flächenansicht als Streifung hervor. Diese Struktur kommt durch nachträgliche Differenzirung in der durch Intussusception wachsenden Wand zu stande; bisweilen kommt es jedoch auch vor, daß vom Protoplasma eine neue Membranschicht auf die bereits vorhandene aufgelagert wird, so z. B. zweifellos in den jungen Sporen und Pollenzellen (s. unten § 24, Fig. 40).

Die dünnen Zellhäute bestehen der organischen Substanz nach in der Regel ganz und gar aus Cellulose, welche durch Jod und Schwefelsäure



Fig. 31. Eine Zelle mit getüpfelter Wand aus dem Holz (Markstrahl) des Hollers, Sambucus. Sie ist der Länge nach durchschnitten und zeigt an den Seitenwänden die Tüpfel als Kanäle (*a*), an der Hinterwand als rundliche Flecken (*b*). (240mal vergrößert.)

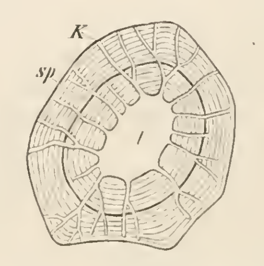


Fig. 32. Tüpfelkanäle. Querschnitt einer Sklerenchymzelle aus der Wurzel von Dahlia variabilis (800mal vergr.). *l* die Zellhöhlung; *k* Tüpfelkanäle, welche hier (sonst selten) verzweigt sind; *sp* ein Sprung zwischen den Schichten der Wand (nach *Sachs*).

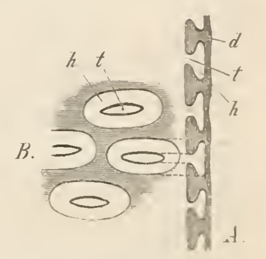


Fig. 33. Gehöfte Tüpfel an der Wand einer Trachee von Helianthus: *A* im Längsschnitt, *B* von der Fläche gesehen; *t* der Tüpfel, *h* der Hof (600mal vergrößert).

eine blaue Färbung annimmt; an dickeren Membranen aber findet man sehr häufig, daß bestimmte Partien, welche schalenartig umeinander gelagert sind, aus veränderter Cellulose bestehen. Diese Veränderungen sind im allgemeinen von dreierlei Art:

1) Die verkorkte (cuticularisirte) Zellhaut ist dehnbar, von Wasser nur sehr schwer durchdringbar, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure gelb (z. B. an Oberhautzellen, Kork, Pollenkörnern, Sporen);

2) die verholzte Haut ist hart, wenig dehnbar, für Wasser leicht durchdringbar, aber ohne bedeutende Aufquellung, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure ebenfalls gelb (z. B. Holzfasern);

3) die verschleimte Zellwand ist im trockenen Zustand hart oder hornartig, nimmt große Mengen von Wasser unter bedeutender Volumvermehrung auf und wird dadurch gallertartig und schleimig; sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure meist blau (z. B. Leinsamen, Quittenschleim).

Diese Veränderungen können entweder einzeln oder selbst mehrere zugleich in den verschiedenen Schichten einer Zellwand vorkommen.

Auch mineralische Stoffe werden beim Wachsthum oft in größerer Menge in die Zellhaut eingelagert, besonders Kalksalze und Kieselsäure, und zwar häufig zwischen die kleinsten Theilchen der Hautsubstanz, so daß sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern beim Verbrennen als ein die Form der Zelle beibehaltendes Skelett zurückbleiben

(z. B. die Kieselsäure in den Stengeln der Gräser und Schachtelhalme); der kohlensaure Kalk ist bisweilen in krystallinischer Form (z. B. in der Oberhaut der Urticeen), der oxalsaure Kalk auch in Form von schön ausgebildeten Krystallen vorhanden (s. § 22, Fig. 38).

§ 19. **Die Stärkekörner** sind kleine, meist runde, ovale oder linsenförmige, harte Körnchen, welche aus Stärkesubstanz, Wasser und kleinen Mengen von unverbrennlichen Stoffen bestehen und sich in gewissen Zellen fast aller Pflanzen vorfinden: sehr reich daran sind z. B. die Kartoffelknollen, die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte; aus diesen Pflanzentheilen werden sie durch Auswaschen gewonnen und stellen dann für das bloße Auge ein weißes Mehl dar, welches als Stärke oder Stärkemehl bekannt ist. Die Stärkesubstanz oder Amylum gehört, gleich der Cellulose, zu den Kohlehydraten; es läßt sich jedoch zeigen, daß in jedem Korn zwei Stoffe gemengt sind, von denen der eine, Granulose, sich durch Speichel oder verdünnte Säuren ausziehen läßt, während der andere, Stärkecellulose genannt, als Skelett des Kornes zurückbleibt: erstere wird durch Jod ohne weiteres blau gefärbt. Durch Kochen mit Wasser oder auch durch Behandlung mit Kali, Säuren quellen die Körner sehr stark auf und werden zu Kleister. — Die Substanz des Stärkekorns ist immer um einen Kern geschichtet, und diese Schichtung ist, wie bei den Membranen, der Ausdruck regelmäßiger Abwechslung von wasserreichen und wasserarmen Partien; der Kern ist der wasserreichste Theil des ganzen Korns. Von frühester Jugend an sind die Stärkekörner feste, solide Körperchen; so lange sie wachsen, sind sie immer dem Protoplasma eingebettet, und werden von eigenthümlich geformten Theilen desselben, den oben erwähnten Stärkebildnern, Leucoplastiden ausgeschieden; erst später treten sie in den Zellsaft über. Das Wachsthum findet nicht durch Auflagerung neuer Schichten statt, sondern dadurch, daß zwischen die kleinsten Theilchen neue Substanz eingelagert wird. Außer den einfachen Körnern (Fig. 34 *A*) kommen auch zusammengesetzte vor, welche dadurch entstehen, daß in einem vorhandenen Korne mehrere Kerne mit Schichtensystemen auftreten (Fig. 34 *D*); sind dabei die äußeren, gemeinschaftlich umhüllenden Schichten von

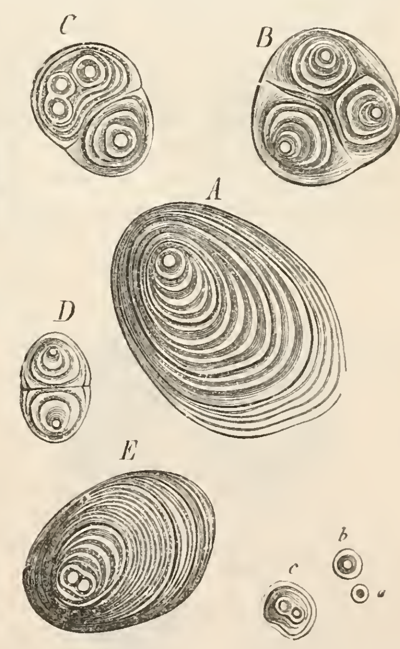


Fig. 34. Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (800). *A* ein älteres einfaches Korn: *B* ein halb zusammengesetztes Korn; *C*, *D* ganz zusammengesetzte Körner; *E* ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; *a* ein sehr junges Korn, *b* ein älteres, *c* noch älter mit getheiltem Kern (nach *Sachs*).

beträchtlicher Dicke, so heißen sie halbzusammengesetzt (Fig. 34 *B*). Durch Druck lassen sich die zusammengesetzten Körner in ihre einzelnen Theilkörner zerlegen. Diesen sehr ähnlich sind die sog. unecht zusammengesetzten Körner, welche durch gegenseitigen Druck zu einem aus mehreren einzelnen Körnern bestehenden Klumpen gleichsam zusammengeklebt sind, wie z. B. die in den Chlorophyllkörnern enthaltenen (Fig. 28). Die Stärkekörner werden in der Pflanze erzeugt, um später beim Wachsthum und Stoffwechsel verbraucht zu werden, und sehr häufig in gewissen Organen (wie Samen, Wurzeln, Knollen) längere Zeit aufgespeichert; wenn sie dann beim Keimen oder Austreiben zur Verwendung gelangen, werden sie wieder aufgelöst. Die Form dieser abgelagerten Stärkekörner ist für die einzelnen Pflanzen charakteristisch; so sind z. B. die der Kartoffel (Fig. 34) exzentrisch-oval, die der Hülsenfrüchte (Fig. 36) konzentrisch-oval, die des Roggen-, Weizen- und Gerstenmehls linsenförmig.

§ 20. **Proteinkörner.** In fettreichen Samen findet man den Zellinhalt in der Weise gruppirt, daß in einer aus Protoplasma und Fett bestehenden Grundmasse kugelige Körnchen von verschiedener Größe, die Protein- oder Aleuronkörner, eingebettet sind. Diese Körner bestehen aus eiweißartiger Substanz und enthalten fast immer Einschlüsse, theils die unten erwähnten Krystalloide (Fig. 35 *C*), theils eigenthümliche runde Körperchen, die Globoide, welche aus einer Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit Kalk und Magnesia bestehen. Diese Einschlüsse kommen je nach den Pflanzenarten einzeln oder zugleich vor. Das in der Grundsubstanz enthaltene Fett wird aus vielen Samen, z. B. Raps, Sonnenrose, Ricinus, durch Auspressen gewonnen. In stärkereichen Samen sind die Zwischenräume zwischen den großen Stärkekörnern von ähnlichen, aber sehr kleinen Körnern ausgefüllt (Fig. 36).

§ 21. **Krystalloide.** Bisweilen nimmt ein Theil der eiweißartigen Sub-

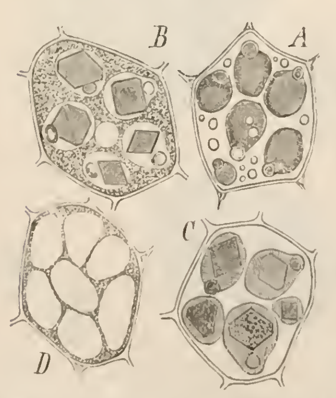


Fig. 35. Krystalloide in den Endospermzellen von Ricinus communis (800mal vergr.); bei *B* und *C* durch Behandlung mit verdünntem Glycerin sichtbar gemacht. *A* in dickem Glycerin; *D* durch Behandlung mit Schwefelsäure ist nur die Grundsubstanz zurückgeblieben. Bei *A*, *B* und *C* ist auch das Globoid sichtbar (nach *Sachs*).

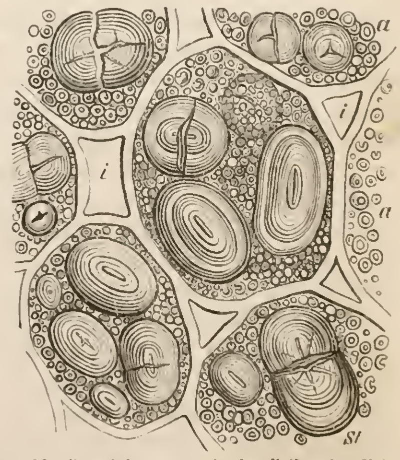


Fig. 36. Proteinkörner (*a*) in den Zellen des Keimes von Pisum sativum; die großen Körner (*St*) sind Stärkekörner (nach *Sachs*).

stanz krystallähnliche Formen an; es bilden sich Körper, welche von ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt sind, und gewissen Krystallen, meist Würfeln, Oktaedern, Tetraedern, Rhomboedern täuschend ähnlich sehen (Fig. 35); sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch von echten Krystallen, daß sie quellbar sind, d. h. unter Einfluß gewisser Lösungen ihr Volumen bedeutend vermehren. Solche Krystalloide finden sich z. B. in manchen Kartoffelsorten, in fettreichen Samen, in rothen Meeresalgen u. s. w.

§ 22. **Krystalle** finden sich sehr häufig in Pflanzenzellen; nur wenige bestehen aus kohlensaurem Kalk, so die krystallinischen Körnchen im Protoplasma der Schleimpilze, und die krystallinischen Einlagerungen der Zellwand bei vielen Urticeen, welche meist besondere, keulenförmig ins Innere der Zelle vorspringende Wandverdickungen einnehmen (Cystolithen). Alle anderen bisher bekannten Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, welcher je nach seinem Gehalt an Krystallwasser in zwei Systemen krystallisirt; dem einen (quadratischen) gehören die Oktaeder (Fig. 37 *k*) an, dem anderen (klinorhombischen) die nadel- und spießförmigen Krystalle, die sog. Rhaphiden, welche besonders bei Monocotyledonen häufig

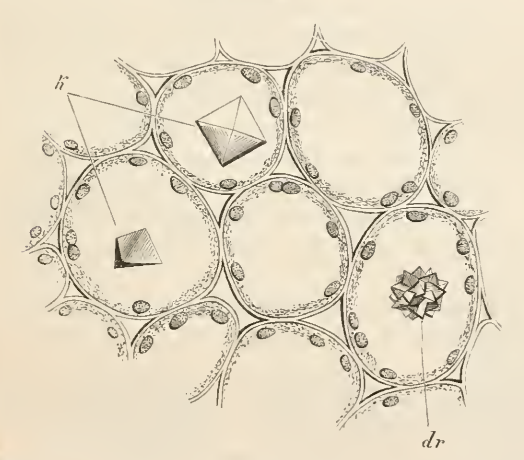


Fig. 37. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Zellen des Blattstiels einer Begonia (200 mal), *k* einzelne Krystalle, *dr* Druse.

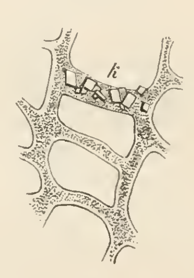


Fig. 38. Krystalle von oxalsaurem Kalk in der Wand der Bastfasern von Cephalotaxus Fortunei (600) (nach *Solms*).

zu großen Bündeln vereinigt vorkommen. Außer einzelnen gut ausgebildeten Krystallen sind auch Drusen (Fig. 37 *dr*) sehr verbreitet. Diese Krystalle finden sich sowohl im Protoplasma, aus welchem sie später in den Zellsaft gelangen (Fig. 37), als in der Membran, besonders bei Nadelhölzern (Fig. 38), sowie auch bei den Flechten auf der freien Außenseite der Zellwände.

§ 23. **Der Zellsaft** durchtränkt die Membran, das Protoplasma, überhaupt alle organisirten Gebilde der Zelle und sammelt sich außerdem im Innern des Protoplasmas zu Vakuolen oder auch zu einem großen Saftraum an; er stellt eine wässerige Lösung verschiedener Stoffe dar; Salze fehlen

darin niemals; in gewissen Zellen mancher Pflanzen (z. B. des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe) enthält er sehr viel Rohrzucker, welcher durch Reinigung daraus gewonnen wird; in den Zellen vieler Früchte wie der Weintraube u. a. enthält er viel Traubenzucker. Außerdem finden sich darin Gerbstoffe, in manchen Pflanzen Inulin, Säuren, wie Äpfelsäure in den Äpfeln und anderen Früchten, Citronensäure in den Citronen, ferner die Farbstoffe der meisten rothen und blauen Blüthen (Erythrophyll und Anthocyan), vieler Früchte (z. B. Kirsche, Holler), sowie der rothgefärbten Blätter von Amarantaceen, der Blutbuche u. a. und viele andere Stoffe.

§ 24. Die **Entstehung der Zellen** ist immer an die Existenz bereits vorhandener Zellen gebunden. Eine direkte Bildung von Zellen aus den dazu nothwendigen chemischen Verbindungen, Generatio spontanea oder aequivoca, ist bis jetzt nie beobachtet worden. Das Wesen der Zellbildung besteht darin, daß das Protoplasma einer Zelle, der Mutterzelle, sich ganz oder theilweise neu gestaltet. Da wir das Protoplasma als den wesentlichen Theil der Zelle kennen, und da es sich gerade bei der Zellbildung deutlich zeigt, daß die dabei ins Spiel kommenden Kräfte und Bewegungen ihren Sitz im Protoplasma haben, so ist es für die Vorgänge der Zellbildung vorerst gleichgiltig, ob die Tochterzellen eine neue Membran erhalten oder nicht; es ist daher auch eine bloße neue Membranbildung um einen Protoplasmakörper durchaus nicht als Zellbildung zu betrachten, solange nicht dieser selbst eine Neugestaltung dabei erfährt. Wir beobachten bei der Zellbildung häufig bestimmte Veränderungen in den Zellkernen (s. oben S. 34, § 16); es muß aber darauf hingewiesen werden, daß nicht jede Theilung des Kernes als eine Zellbildung aufgefaßt werden darf; daß vielmehr als Zellbildung nur die Entstehung eines individualisirten Protoplasmakörpers zu betrachten ist, mag derselbe einen oder mehrere Kerne enthalten, oder ganz kernlos sein.

Wir können drei verschiedene Typen der Zellbildung unterscheiden, von welchen jedoch die beiden ersten durch mannigfache Übergänge verbunden werden.

I. Bei der Zelltheilung spaltet sich der Protoplasmakörper der Mutterzelle in zwei neue, wobei die Trennungsfläche eine eigenthümliche Struktur (»Zellplatte«) erhält und zumeist in eine neue Membran sich umbildet. Dieser Vorgang kommt in folgenden Modifikationen vor:

1) In wachsenden vegetativen Organen findet eine Fächerung der Zelle statt (Fig. 39), indem alsbald in der Trennungsfläche eine anfangs außerordentlich zarte Membran auftritt; dieselbe erscheint fast immer an allen Punkten der Trennungsfläche gleichzeitig; nur in wenigen Fällen (z. B. Spirogyra, Cladophora) wächst sie ringförmig von außen nach innen. Mit Ausnahme der neugebildeten Membran an der Trennungsfläche werden die neuen Zellen von der bisherigen Zellwand der Mutterzelle umschlossen. War in der Mutterzelle nur ein einziger Kern vorhanden, so beginnt der Theilungsvorgang mit der Theilung des Kerns, welcher entweder schon von vornherein so gelagert war, daß er von der zukünftigen Trennungsfläche quer durchsetzt wird (s. oben Fig. 26), oder sich erst kurz vor

Beginn der Zelltheilung in entsprechende Lage bewegt (Fig. 39). Es sind in diesem, weitaus häufigeren Falle Kerntheilung und Zelltheilung zusammengehörige Prozesse. Anders dagegen verhalten sich Zellen mit zahlreichen Kernen (z. B. Vaucheria, Cladophora); hier findet die Zweitheilung der Kerne fortwährend statt; die Abgrenzung zweier neuer Protoplasmakörper dagegen, die Zelltheilung, steht hierzu in keiner Beziehung; die vorhandenen Kerne vertheilen sich auf die beiden neuen Tochterzellen nach Maßgabe ihrer eben vorhandenen Anordnung.

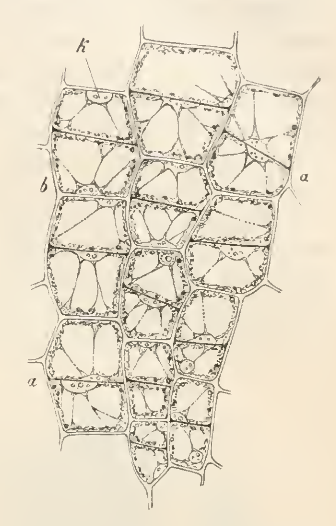


Fig. 39. Zelltheilung in der Rinde des wachsenden Stengels von Vicia Faba (300); bei *a* hat die Theilung eben stattgefunden; der Kern (*k*) liegt noch an der neuen Wand; bei *b* hat er sich schon an die ältere Wand zurückgezogen.

2) Äußerlich, aber nicht dem Wesen nach hievon verschieden ist die Abschnürung oder Sprossung, wie wir sie bei der Sporenbildung vieler Pilze (s. unten Fig. 117), aber auch bei der Vermehrung vegetativer Zellen der Hefe und anderer Pilze (s. unten Fig. 98) finden. Hier treibt die Mutterzelle zuerst eine Ausstülpung, welche mit ihr nur an einer ganz schmalen Stelle verbunden ist; an dieser verengten Stelle erfolgt nachher die Trennung und die Bildung einer neuen Membran.

3) Auf die Zweitheilung der Zelle läßt sich auch die Viertheilung zurückführen, welche für die Bildung der Sporen bei den Moosen und Pteridophyten, sowie der Pollenkörner der Phanerogamen charakteristisch ist. Diese Viertheilung besteht entweder in einer rasch

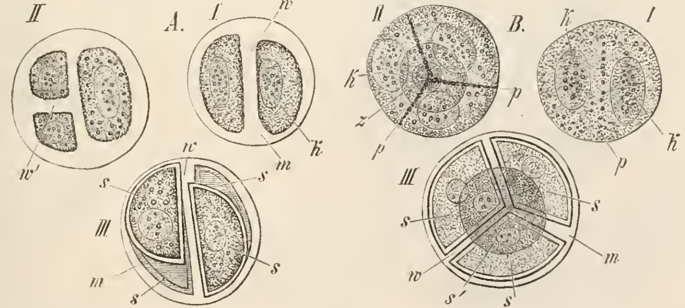


Fig. 40. Viertheilung der Sporenmutterzellen von Farnen. *A* von Schizaea, *B* von Pellaea rotundifolia. *I*, *II*, *III*, aufeinanderfolgende Stadien; *k* Zellkern; *p* Zellplatte; *s* Spore; *s'* im Hintergrunde liegende Spore; *m* Wand der Mutterzelle; *w* bei der Theilung entstandene Scheidewände (300 mal vergr.).

wiederholten Zweitheilung (gewöhnlich in der Richtung, daß die drei Trennungsflächen aufeinander rechtwinkelig, nach den drei Richtungen des Raumes angeordnet sind), wobei in den drei Trennungsflächen Zellplatten auftreten und sich in Membranen umwandeln (Fig. 40 *A*).

Oder aber die Zellplatte, welche bei der ersten Zweitheilung des Protoplasmakörpers entsteht, wird wieder rückgebildet, während eine neue Zweitheilung der beiden Protoplasmakörper eintritt: nun erfolgt die Membranbildung erst zwischen den vier neuen Protoplasmakörpern, welche bald in einer Ebene liegen, bald (und zwar häufiger) tetraedrisch angeordnet sind (Fig. 40 *B*). Diese Art der Viertheilung bildet den Übergang zum folgenden Typus. Für die hier angegebenen Fälle der Viertheilung ist es weiterhin charakteristisch, daß die vier hierdurch entstandenen Zellen sich mit neuen Membranschichten umgeben (Fig. 40 *III*), und von den letzteren umschlossen, durch Auflösung der Wand der Mutterzelle und der bei der Viertheilung entstandenen Membranen frei werden.

II. Bei der freien Zellbildung gruppirt sich das Protoplasma der Mutterzelle um (gewöhnlich) zahlreiche Centra; diese letzteren sind Zellkerne, welche wohl immer durch wiederholte Zweitheilung sich vermehrt haben. Die Zellplatten und damit die Membranen entstehen somit hier nicht zwischen einem Paare von Schwesterzellen, sondern zwischen Protoplasma-

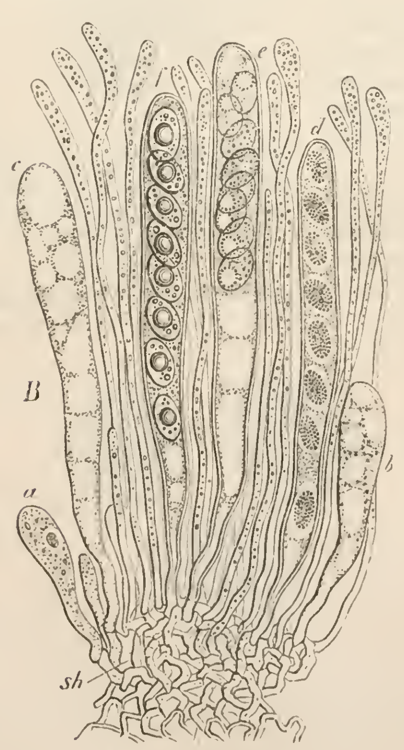


Fig. 41. Freie Zellbildung in den Schläuchen von Peziza convexula. *a—f* Entwickelungsfolge der Schläuche und Sporen (nach *Sachs*) (550).



Fig. 42. Vielzellbildung bei der Schwärmsporenbildung von Achlya (550) (nach *Sachs*).

körpern, die sich gleichzeitig aus dem Protoplasma der Mutterzelle aussondern.

1) Als freie Zellbildung im engeren Sinne pflegt man die Zellbildung im Embryosack der Angiospermen bei Anlage des Eiapparates, die Endospermbildung vieler Phanerogamen, die Bildung der Sporen in den Schläuchen vieler Pilze (Fig. 41) zu bezeichnen; in all den genannten Fällen wird die Mutterzelle von den Tochterzellen nicht vollständig ausgefüllt; es bleibt sogar meistens ein Theil des Protoplasmas (z. B. Fig. 41 *e*, *f*) von der Zellbildung ausgeschlossen.

2) Als Vielzellbildung bezeichnet man die gleichzeitige Bildung zahlreicher Tochterzellen aus dem gesammten Protoplasma der Mutterzelle, wie in den Sporangien vieler Pilze (Fig. 42); doch ist diese Form durch vielfache Übergänge mit voriger verbunden.

3) Ein spezieller Fall der freien Zellbildung ist die Vollzellbildung oder Verjüngung, d. h. die Bildung einer einzigen neuen Zelle aus dem gesammten Protoplasma der Mutterzelle. Es ist hierbei wesentlich, daß der Protoplasmakörper sich neu gestaltet, d. h. in seinem Inneren derartige Umgestaltungen erfährt, daß von einer Neubildung die Rede sein kann. Eine solche Umgestaltung zeigt sich z. B. deutlich bei der Bildung der Schwärmzellen von Oedogonium (Fig. 43), in welchen der farblose Theil des Protoplasmas anfangs seitlich (*A*) liegt, nachher aber die Basis der Schwärmzelle (*B*) und der neuen Pflanze (*C*) wird. Ähnliches findet sich bei der Schwärmzellenbildung anderer Algen z. B. von Vaucheria mit zahlreichen Kernen, ferner bei der Bildung der Eier vieler Algen (z. B. der eben genannten) und Pilze, der Moose, Pteridophyten und Gymnospermen, der Spermatozoiden. Auch hier kann es vorkommen, daß ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle nicht in die Neubildung mit eingeht, sondern ausgestoßen wird oder zurückbleibt (Eier von Vaucheria, Peronospora).

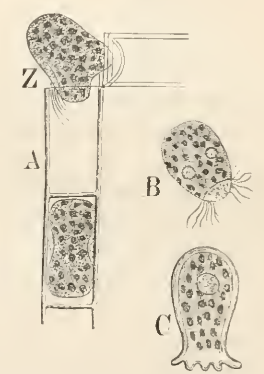


Fig. 43. Verjüngung bei der Schwärmzellenbildung von Oedogonium. *A* Stück eines Fadens; in der unteren Zelle fängt das Protoplasma eben an sich zusammenzuziehen, in der oberen tritt es als verjüngte Primordialzelle (*Z*) eben aus. *B* schwärmende Spore. *C* Beginn der Keimung (350).

III. Eine besondere, von den oben geschilderten Vorgängen durchaus verschie-

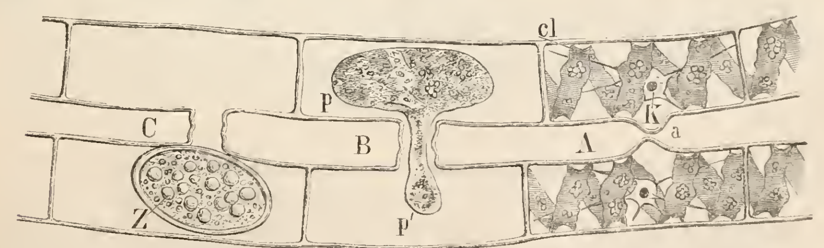


Fig. 44. Conjugation der Zellen von Spirogyra (400). *A* die Zellen zweier Fäden, welche sich eben zur Conjugation vorbereiten und bei *a* Fortsätze gegeneinander treiben; man erkennt den spiralbandförmigen Chlorophyllkörper *cl* und den Zellkern *K*. Bei *B* verschmilzt der Protoplasmakörper *p* der einen Zelle mit dem der andern *p*. Bei *C* eine durch diese Verschmelzung entstandene Zygospore *Z*.

dene Zellbildung ist die Vereinigung je zweier oder mehrerer Zellen zu einer neuen Zelle; man bezeichnet den Vorgang in seiner einfachsten Form als Conjugation oder Copulation (Fig. 44); er findet sich auch, wenn auch vielfach modifizirt, bei allen Befruchtungsvorgängen. Die Zellen, welche sich vereinigen, sind zuerst durch einen der oben geschilderten Vorgänge entstanden, und liefern durch ihre Vereinigung ein neues, von ihnen selbst verschiedenes Produkt. Dabei kann als allgemeine Regel gelten, daß die gleichwerthigen Theile beider copulirenden Zellen sich miteinander vereinigen, z. B. Kern mit Kern, Chlorophyllkörper mit Chlorophyllkörper. Nicht selten wird auch der Kern vor der Copulation aufgelöst.

Zweites Kapitel.

Die Gewebe.

§ 25. Als **Gewebe** bezeichnen wir jede Verbindung von Zellen, welche von gemeinsamem Wachsthum beherrscht wird. Nach der räumlichen Anordnung der untereinander verbundenen Zellen unterscheiden wir:

Zellreihen, wenn die Zellen nur mit zwei gegenüberliegenden Endflächen aneinanderstoßend zu einem Faden oder einer Reihe verbunden sind [manche Algen, wie Spirogyra (Fig. 44), Oedogonium (Fig. 43), manche Haare (Fig. 69 *a*, *d*)];

Zellflächen, wenn die Zellen eine einfache Schicht bilden, also nach zwei Richtungen des Raumes aneinanderstoßen (manche Algen, Blätter vieler Moose);

Zellkörper, wenn die Zellen nach allen Richtungen des Raumes angeordnet sind.

Gewöhnlich bestehen die Gewebe aus Zellen, welche durch wiederholte Zweitheilung aus gemeinsamen Mutterzellen entstanden sind und schon durch die Art der Scheidewandbildung von Anfang an in Zusammenhang bleiben (Fig. 39); in einigen besonderen Fällen kommen Gewebe auch dadurch zu stande, daß entweder vorher isolirte Zellen mit ihren Wänden nachträglich verschmelzen, um gemeinsam fortzuwachsen, oder daß durcheinandergeflochtene, aus Zellenreihen bestehende Fäden, auch ohne immer zu verschmelzen, dennoch ein gemeinsames Wachsthum zeigen (Fig. 41 *sh*).

§ 26. **Die gemeinsame Wandung der Gewebezellen** ist anfangs meist sehr dünn und zart und erscheint auch bei den stärksten Vergrößerungen als einfache Platte (Fig. 39); wenn sie in die Dicke wächst, wird häufig eine mittlere Lamelle sichtbar (Fig. 45 *m*), welche sie in zwei, scheinbar den beiden Nachbarzellen angehörende Theile spaltet; diese Mittellamelle ist nichts anderes, als eine besonders ausgebildete Partie der

ganzen, beiden Zellen gemeinsam angehörenden Wand. Ihr von der übrigen Wand abweichendes chemisches Verhalten bedingt es, daß man durch ihre Auflösung (in Salpetersäure und chlorsaurem Kali) die einzelnen Zellen voneinander trennen kann. Wenn die gemeinsame Wand gleichartiger Zellen Tüpfelbildungen besitzt, so treffen die Tüpfel beider Seiten genau aufeinander (Fig. 45 *t*); wenn jedoch einzelne Zellen eines Gewebes besondere Ausbildung erfahren, wie z. B. die Gefäße, so beschränkt sich deren ungleichmäßige Membranverdickung nur auf die eine Seite der gemeinsamen Wand: für die spiralige Verdickung ist dies ohnehin selbstverständlich.

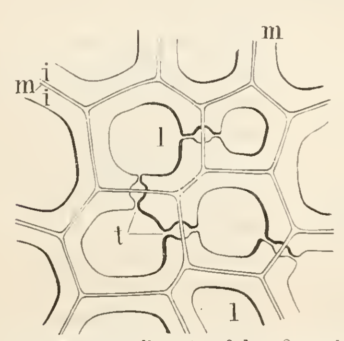


Fig. 45. Mittellamelle (*m*) auf dem Querschnitt der Rindenzellen von Trichomanes speciosum, einem Farnkraut (500 mal vergr.); *ii* neben der Mittellamelle liegende Hautsubstanz; *l* Zellhöhlung; gehöfte Tüpfel, die in den benachbarten Zellen aufeinandertreffen; deren beiderseitige Tüpfelräume sind durch die Mittellamelle voneinander getrennt.

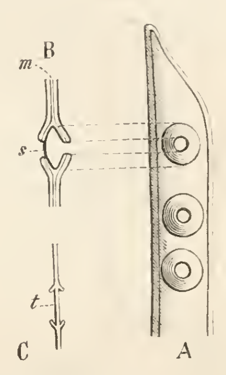


Fig. 46. Behöfte Tüpfel an den Holzfasern der Kiefer, *A* von der Fläche, *B* im Durchschnitt gesehen. *s* die Schließhaut, *m* die Mittellamelle. *C* junger Zustand im Durchschnitt, *t* die Anlage des Tüpfels (500, etwas schematisirt).

In sehr zahlreichen Fällen bleibt die dünne Wandstelle zwischen je zwei aufeinandertreffenden Tüpfelräumen erhalten (Fig. 45), und es gilt dies auch für die großen Hoftüpfel, welche sich an den Holzfasern der Nadelhölzer finden (Fig. 46). Diese letzteren wurden lange Zeit irrthümlicherweise für offene Verbindungskanäle zwischen den benachbarten Zellen gehalten, und es wurde diese Meinung dadurch veranlaßt, daß die dünne Wandstelle zwischen den beiderseitigen Tüpfelräumen (die sog. Schließhaut) nicht wie gewöhnlich in der geraden Fortsetzung der übrigen Wand ausgespannt ist, sondern in Folge eines nachträglichen Flächenwachsthums gewölbt wird und sich dem einen der beiden Ausgänge des in der Wand zu stande kommenden linsenförmigen Hohlraums anlegt (Fig. 46 *B*, *s*). Die Entstehung dieser Tüpfel erfolgt derart, daß die Wand rings um eine dünnbleibende Stelle (die nachherige Schließhaut) sich wallförmig verdickt (Fig. 46 *C*).

Hingegen kommt es in anderen Fällen wirklich vor, daß die dünne Wandstelle zwischen je zwei Tüpfelräumen aufgelöst wird, so daß die benachbarten Zellhöhlungen in offene Kommunikation miteinander treten; ähnliche Auflösung kann auch ganze Wände treffen, wie dies bei der Bil-

dung vieler Gefäße (s. unten § 28) eintritt. Die hierdurch in Verbindung miteinander tretenden Zellen enthalten keinen lebendigen Protoplasmakörper mehr und sind daher als Umwandlungsprodukte von Zellen zu betrachten.

§ 27. **Intercellularräume** oder Zwischenzellräume sind Lücken im Gewebe, welche zwischen zwei oder mehr Zellen auftreten: sie können auf zweierlei Weise entstehen: entweder schizogen, d. h. durch theilweise Spaltung der gemeinsamen Wand, oder lysigen, d. h. durch Desorganisation bestimmter Zellen, welche von bleibenden umgeben werden. Die Intercellularräume enthalten entweder Luft oder eigenthümliche Stoffe.

1. Die luftführenden Intercellularräume entstehen zumeist durch Spaltung der gemeinsamen Wand (Fig. 47 *z*) und finden sich fast ausschließlich zwischen den Zellen saftiger, dünnwandiger Gewebe, des Parenchyms, und zwar meist an den Kanten, wo mehrere Zellen zusammenstoßen. Bisweilen erreichen einzelne solcher Intercellularräume (dann Lacunen oder Luftlücken genannt) eine außerordentliche Größe, so daß dadurch ganze Zellschichten und Zellreihen vom übrigen Gewebe und von einander getrennt werden, so z. B. im Blattstiel der Seerosen und anderer Wasserpflanzen. Haar- oder faserförmige Fortsätze, welche hier (auch z. B. bei Aspidium) von den umgebenden Zellen aus frei in diese großen Intercellularräume hineinwachsen, werden als »innere Haare« bezeichnet.

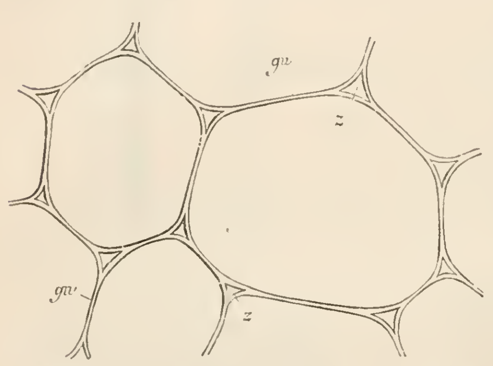


Fig. 47. Intercellularräume (*z*) zwischen den Markzellen von Zea Mais (550); *gw* die gemeinsame Wand (nach *Sachs*).

Durch Desorganisation, nämlich durch Vertrocknung und Zerreißen eines größeren Komplexes von Zellen, entstehen die großen luftführenden Lücken in den Stengeln und Blättern von Juncus u. s. w., ferner die großen, sich über ganze Internodien erstreckenden Hohlräume in der Achse vieler Stengel (z. B. Gräser, Doldengewächse, Schachtelhalme), sowie ähnliche Hohlräume in Blättern (z. B. Schnittlauch).

2. Die sekretführenden Intercellularräume entstehen ebenfalls zum Theil schizogen, zum Theil lysigen. Das Sekret ist entweder Schleim, Gummi, oder ein Gemenge von Gummi mit Harz, oder ätherisches Öl, letzteres sehr häufig mit Harz gemengt als sog. Balsam. Der Gestalt nach sind diese Zwischenzellräume entweder rundliche, rings geschlossene Höhlungen, Lücken (früher auch Drüsen genannt), oder es sind langgestreckte, auf weite Strecken sich hinziehende Kanäle, Gänge; erstere sind vorherrschend lysigenen, letztere vorherrschend schizogenen Ursprungs.

Als Beispiele für lysigene intercellulare Sekretbehälter seien ge-

nannt die mit Gummi erfüllten Höhlungen im Gewebe der Kirschbäume, ferner die Öllücken der Citronen, Orangen, überhaupt der Rutaceen, dann der Myrtaceen, von Hypericum, bei welchen sich dieselben schon äußerlich für das bloße Auge als durchsichtige Punkte im Blattgewebe bemerkbar machen. Die Entstehung dieser Öllücken findet in der Weise statt, daß durch bestimmte Theilungen sich ein Komplex von Zellen aussondert, in deren Inhalt das Öl in Form von Tröpfchen auftritt; später werden dann die Wände zwischen diesen ölhaltigen Zellen aufgelöst und die Lücke erscheint dann umschlossen von den angrenzenden dicht zusammenschließenden Zellen (Fig. 48 *C*).

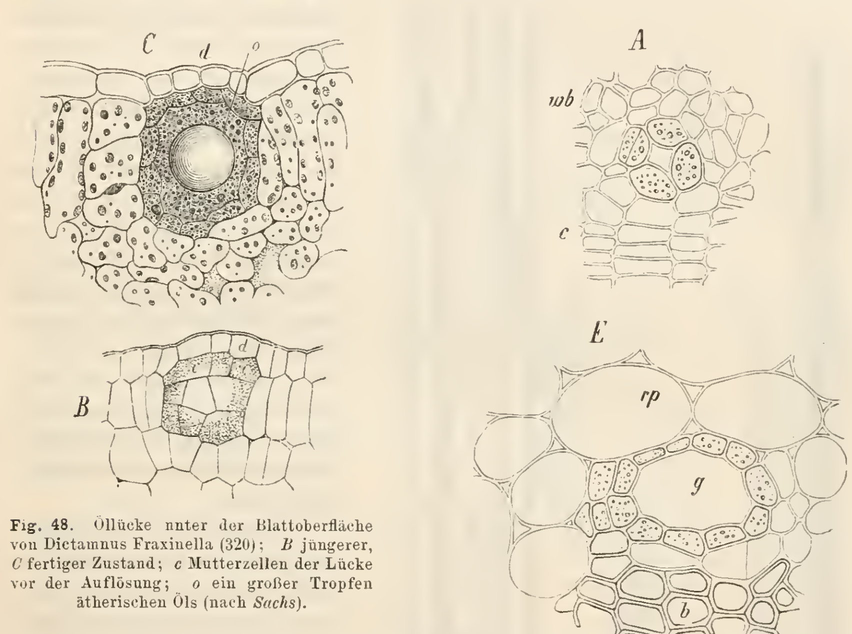


Fig. 48. Öllücke unter der Blattoberfläche von Dictamnus Fraxinella (320); *B* jüngerer, *C* fertiger Zustand; *c* Mutterzellen der Lücke vor der Auflösung; *o* ein großer Tropfen ätherischen Öls (nach *Sachs*).

Fig. 49. Harzgänge im jungen Stamm des Epheus, Hedera Helix (Querschnitt 800). *A* jüngerer, *E* älterer Zustand; *g* der Harzgang, *c* Cambium, *wb* Weichbast, *b* Bastfasern, *rp* Rindenparenchym (nach *Sachs*).

Schizogenen Ursprungs dagegen sind z. B. die in Holz, Rinde und vielen Blättern verlaufenden Harzgänge der Coniferen und Terebinthaceen, die Gummiharzgänge der Umbelliferen und Verwandten, die Ölgänge der Compositen. Hier weichen die ebenfalls durch bestimmte Theilungen entstandenen Zellen auseinander (Fig. 49 *A*) und bilden dann eine durch Gestalt und Inhalt vom umgebenden Gewebe verschiedene Auskleidung des Ganges, in welchem sich das jedenfalls von diesen Zellen gebildete Sekret ansammelt.

§ 28. **Gewebeformen.** Das Gewebe des Pflanzenkörpers besteht aus Zellen oder Umbildungsprodukten von Zellen, kurz aus Gewebeelementen, welche auf gewisse Ausdehnung in ihren Eigenschaften miteinander übereinstimmen, aber hierin von anderen Gewebekomplexen verschieden sind;

ebenso finden sich aber auch einzelne Gewebeelemente, welche unter sich oder mit anderen in Komplexen auftretenden ihren Eigenschaften nach übereinstimmen. Alle solche Gewebeelemente nun, welche in gewissen Charakteren übereinstimmen, rechnen wir zu einer Gewebeform. Aus der Mannigfaltigkeit der Charaktere, je nachdem wir die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente, die Beschaffenheit, Dicke ihrer Wände, die Qualität ihres Inhalts u. s. w. berücksichtigen, ergiebt sich auch eine große Anzahl von Gesichtspunkten, nach welchen wir bei der Eintheilung und Charakterisirung der Gewebeformen verfahren können.

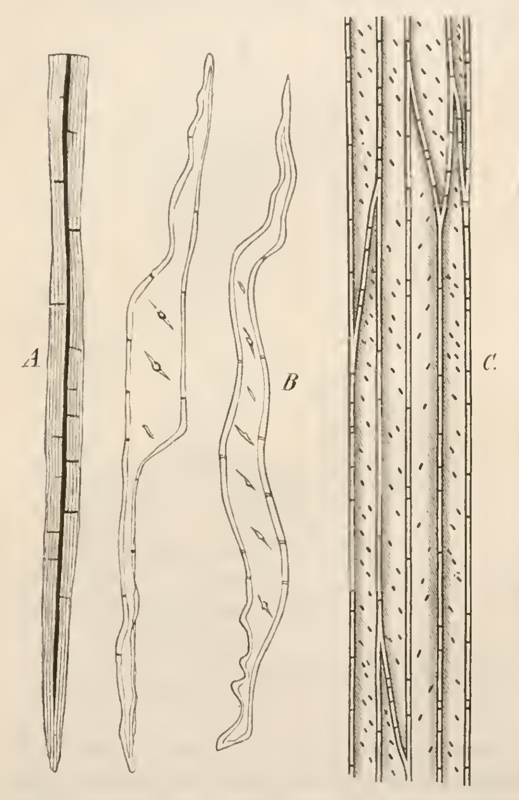


Fig. 50. Sklerenchymelemente, *A* Ende einer Bastfaser mit stark verdickter, getüpfelter Wand, im Längsschnitt. *B* Holzfasern aus der Wurzel der Kürbispflanze, Flächen- und Durchschnittsansicht. *C* Fasern aus dem Stengel von Helianthus tuberosus, 300 mal vergr.

Nehmen wir nur auf die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente und die dadurch bedingte Art ihrer Aneinanderfügung Rücksicht, so unterscheiden wir Parenchym und Prosenchym. In ersterem (s. Fig. 36, 37, 47) sind die Zellen nicht viel länger als breit, mit breiten Querflächen aufeinandergesetzt; im Prosenchym dagegen (Fig. 50 *C*, Querschnitt Fig. 45) sind die Zellen viel länger als breit, mit ihren zugespitzten oder zugeschärften Enden zwischen einander eingeschoben.

Nach der Theilungsfähigkeit der Zellen unterscheiden wir Dauergewebe und Theilungsgewebe (Meristem). Ersteres besteht aus Zellen, welche sämmtlich aufgehört haben sich zu theilen und ihre definitive Form angenommen haben; letzteres dagegen aus Zellen, welche derart in Theilung begriffen sind, daß gewisse Tochterzellen sich immer wieder theilen, während die anderen in Dauergewebe übergehen.

Während das Theilungsgewebe selbstverständlich nur Zellen mit lebendem Protoplasmakörper enthält, kann das Dauergewebe auch aus Elementen bestehen, welche die eigentliche Zellenqualität, den lebendigen Protoplasmakörper verloren haben. Gewebeelemente letzterer Art kann man unterscheiden in

a) Schläuche, welche durch einen eigenthümlichen Inhalt, z. B. Öl, Schleim u. s. w., sich auszeichnen, ohne daß die äußere Form auffallend verändert ist (Fig. 53);

b) Fasern, welche bei vorzugsweiser Längsstreckung ihren Inhalt durch Wasser oder Luft ersetzen (z. B. Fig. 50);

c) Röhren; dieselben sind entweder gegliedert, d. h. sie entstehen durch theilweise oder gänzliche Auflösung der Wände zwischen bestimmten Zellenzügen, so daß die einzelnen Glieder der Röhre vorherrschend nach einer bestimmten Richtung aneinandergereiht sind, z. B. die Gefäße (Fig. 51 *C*); oder sie sind ungegliedert d. h. gehen aus je einer einzigen selbständig zu sehr beträchtlicher Länge anwachsenden Zelle hervor.

Durch Combination der hier angegebenen hauptsächlichen Charaktere mit anderen, welche in der näheren Beschaffenheit des Inhalts und der Membranen begründet sind, erhalten wir folgende Gewebeformen:

1) Zellengewebe; d. h. Gewebe, deren Elemente lebendige Protoplasmakörper enthalten, also wirkliche Zellen sind; solches Zellengewebe bildet fast ausschließlich den ganzen Körper der Algen, Pilze, der meisten Moose, ferner die Grundmasse der saftigen Theile höherer Gewächse, so insbesondere die Oberhaut, Mark und Rinde, die grüne Substanz der Blätter u. a., und erfährt je nach dem Ort, wo es sich findet, und nach der Funktion, die ihm zukommt, selbst wieder verschiedenartige Ausbildung, welche im Folgenden des Näheren geschildert werden soll (s. Fig. 36, 37, 65.).

2. Das Sklerenchym besteht aus Elementen, welche die Zellennatur verloren haben, nur todte Reste des Protoplasmas nebst Wasser und Luft enthalten; die Membranen sind stets verdickt, oft fast bis zum Verschwinden der Höhlung (s. Fig. 50 *A*) verholzt, meist mit runden einfachen, oder schrägen spaltenförmigen Hoftüpfeln versehen. Es ist theils parenchymatisch, theils prosenchymatisch, faserförmig (Fig. 50) und dient hauptsächlich in letzterer Gestalt als Festigungsapparat des Pflanzenkörpers. Übergänge zur vorigen Form finden sich häufig, indem Zellen, welche noch lebendes Protoplasma behalten, ihre Wände ebenso wie das Sklerenchym ausbilden; solche Zellen heißen sklerotisch und treten z. B. im Gewebe vieler Moose und Farne auf.

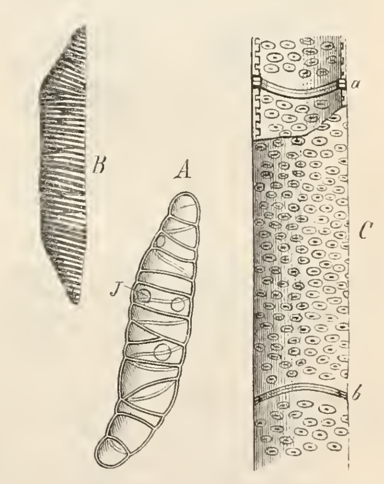


Fig. 51. Tracheen. *A* Tracheide aus dem Blatt von Sphagnum, *J* die Löcher in der Außenwandung. *B* Tracheide aus dem Blatt von Polypodium vulgare. *C* Stück einer gehöftgetüpfelten Trachee aus dem Stamm von Helianthus, oben durch den Schnitt geöffnet. *a* und *b* die Reste der aufgelösten Querwände (300 mal vergr.)

3) die Tracheen führen ebenfalls nur Wasser oder Luft als Inhalt; ihre Wandung ist verholzt und entweder mit nach innen vorspringenden Verdickungen oder mit Hoftüpfeln versehen. Zu dieser Gewebeform gehören:

a) die Tracheiden, d. h. allseitig geschlossene Fasern (s. Fig. 51 *A*, *B*);

b) die Gefäße oder Tracheen im engeren Sinne (vasa), nämlich gegliederte Röhren; deren einzelne Glieder treten entweder durch vollständige Auflösung der Querwände (Fig. 51 *C*, *a*) miteinander in offene Verbindung oder die Querwände werden durch Auflösung einzelner dünner Wandstellen durchbrochen; ersterer Fall tritt gewöhnlich bei nahezu quer gestellten Wänden ein, letzterer an solchen Querwänden, welche von Anfang an schräg gestellt sind.

Beiderlei Formen, sowohl die Tracheiden, als Gefäße werden nach der Art der Wandverdickung unterschieden als: Ring-, Spiral-, Netz-, Querbalken- und getüpfelte Tracheen.

Wenn Tracheen mit getüpfelter Wandung an Zellen mit lebendem Protoplasma angrenzen, so kommt es nicht selten vor, daß die dünnen Wandstellen der Tüpfel ein nachträgliches Wachsthum erfahren und die Nachbarzelle in den Raum der Trachee hineinwächst; es können dann weitere Theilungen in dieser hineingewachsenen Zelle eintreten und sogar ein Zellengewebe entstehen, welches den Hohlraum der Trachee vollständig ausfüllt; diese Wucherungen, welche in manchen Hölzern z. B. von Robinia konstant, in anderen gelegentlich vorkommen, heißen Thyllen.

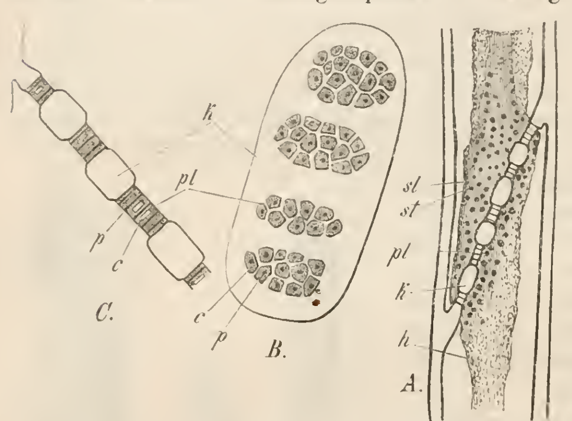


Fig. 52. Siebröhrenstücke aus dem sekundären Phloem der Weinrebe, *A* ganze Querwand mit den angrenzenden Partien (300mal vergr.), *pl* die Siebplatten, *k* die Knoten, *h* protoplasmatische Hülle, *sl* Schleim, *st* Stärkekörnchen, *B* Stück einer Querwand von der Fläche, *C* im Durchschnitt (700 mal vergr.), *p* Tüpfel, *c* Callussubstanz.

Die Tracheen finden sich als charakteristische Bestandtheile des unten zu schildernden Fibrovasalsystems, aber auch anderwärts, so z. B. im Blatt- und Rindengewebe einiger Moose, wie Sphagnum (Fig. 51 *A*), ferner in der Hülle der Luftwurzeln der Orchideen.

4) Die Siebröhren (Fig. 52) bestehen ebenfalls aus der Länge nach aneinandergereihten Gliedern, welche in offener Verbindung miteinander stehen. Diese Verbindung findet statt an den Siebplatten, welche seltener einzeln, meist zu mehreren nebeneinander die Querwände einnehmen (Fig. 52 *pl*). Jede Siebplatte ist eine von zahlreichen dichtgenäherten offenen Tüpfeln (Fig. 52 *B*, *C*, *p*) durchbohrte Wandstelle, welche dünner ist als die angrenzenden, auf dem Durchschnitt als Knoten erscheinenden Partien der Querwand (Fig. 52 *k*). Die an die Siebröhrenglieder, sowie an die Tüpfel grenzenden Wandflächen der Siebplatte

bestehen aus veränderter, sog. Callus-Substanz (Fig. 52 *B*, *C*, *c*), welche wenigstens bei manchen Pflanzen zeitweise die Tüpfel verschließt. An den Längswänden kommen ähnliche Wandpartien, sog. Siebfelder vor. Die übrige Wand ist ziemlich dünn, unverholzt. Der Inhalt der Siebröhrenglieder ist ein zäher Schleim (Fig. 52 *A*, *sl*), umschlossen von einer protoplasmatischen Hülle (Fig. 52 *A*, *h*), welcher Stärkekörner (Fig. 52 *A*, *st*) angelagert sind.

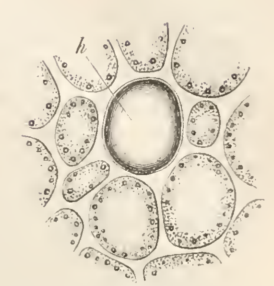


Fig. 53. Harzschlauch (*h*) aus dem Blattstiel des Kampherbaums (250mal vergr.).

5) Sekretbehälter, ausgezeichnet durch die eigenartige Beschaffenheit ihres Inhalts, mit dessen Ausbildung und Ansammlung der Protoplasmakörper schwindet. Abgesehen von den bereits oben geschilderten intercellularen Sekretbehältern und den Sekretionsorganen der Oberhaut, deren Sekret nur in der Membran ohne Beeinträchtigung der Zellenqualität auftritt, gehören hierher:

a) Schläuche, d. h. aus einzelnen Zellen hervorgegangene Sekretbehälter. Dahin sind die krystallführenden Schläuche zu rechnen, welche im Grundgewebe von Monokotyledonen und im Baste vieler Bäume vorkommen, ferner die Schleimschläuche der Malvaceen und in der Rinde der Ulmen und Tannen, die Gerbstoffschläuche vieler Farne u. a., sodann die Öl- und Harzbehälter der Laurineen (z. B. Kampher, Fig. 53), der Zingiberaceen, von Acorus, mancher Coniferen (wie im Holz der Weißtanne) u. a.; außerdem die mit milchigem Saft (häufig Gummiharz enthaltend) gefüllten reihenweise übeinanderstehenden Schläuche der Ahornarten, von Sambucus, wo dieselben im Umkreise des vertrocknenden Markes als rothe Linien sichtbar sind, bei den Convolvulaceen, bei Isonandra Gutta (Guttapercha) u. a.

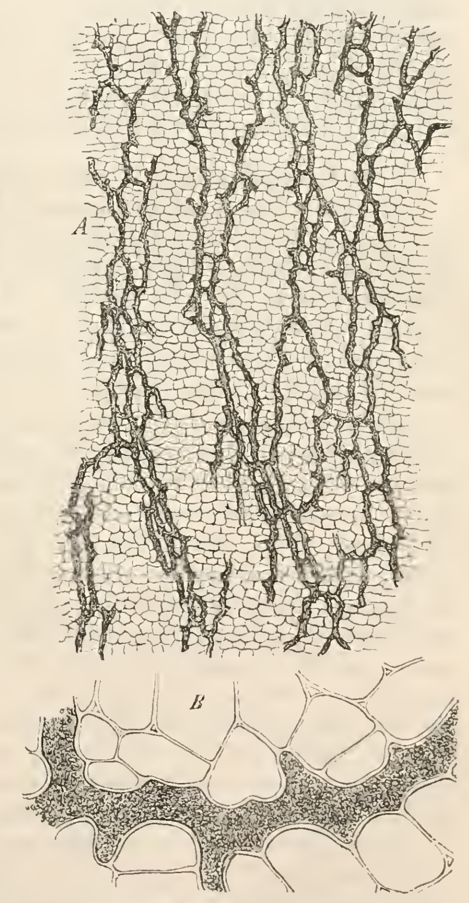


Fig. 54. Gegliederte Milchröhren im Phloem der Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica). Tangentialschnitt, *A* schwach, *B* ein kleines Stück davon stark vergrößert (nach *Sachs*).

b) Gegliederte Röhren, welche Milchsaft enthalten, bei den Cichoriaceen (z. B. Löwenzahn, Schwarzwurzel), Campanulaceen und Papaveraceen. Dieser Milchsaft, der beim Verletzen der Pflanzen ausfließt, ist eine Emulsion von kleinen festen Partikelchen in einer wässerigen Flüssigkeit; häufig ist Kautschuk in demselben enthalten, bisweilen (z. B. Chelidonium) ist er gelb gefärbt; der eingetrocknete Milchsaft des Mohns, Papaver somniferum, ist das Opium. Bei den genannten Pflanzen erfüllt der Milchsaft gerade oder mannigfaltig anastomosirende Reihen von Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen sind (Fig. 54).

c) Bei anderen milchsaftführenden Pflanzen dagegen, nämlich den Euphorbiaceen (z. B. den Wolfsmilcharten, Siphonia elastica, welche den Kautschuk liefert), Urticinen und Asclepiadeen findet sich dieser Milchsaft in ungegliederten Röhren, d. h. an den Enden geschlossenen Zellen, welche vielfach verästelt sind und die ganze Pflanze durchziehen. Dieselben werden schon in der jungen, noch aus wenigen Zellen bestehenden Keimpflanze angelegt, und wachsen, ohne sich zu theilen, mit der ganzen Pflanze; während sie an älteren Theilen mit Milchsaft erfüllt sind, enthalten ihre fortwachsenden Enden Protoplasma mit zahlreichen Zellkernen.

§ 29. **Gewebesysteme.** Komplexe einer Gewebeform, welche auf längere Strecken oder durch den ganzen Körper in ununterbrochener Verbindung stehen, bilden ein Gewebesystem. So können wir z. B. von einem Milchröhrensystem, einem Harzgangsystem, einem Sklerenchymsystem, Siebröhrensystem u. s. w. sprechen. Durch Vergesellschaftung mehrerer Systeme entstehen Systeme höherer Ordnung; so sind z. B. Trachealsystem und Siebröhrensystem fast immer miteinander verbunden und durchziehen gemeinsam den Pflanzenkörper.

Wenn wir nun im Folgenden versuchen, die Anordnung dieser Systeme im Pflanzenkörper darzustellen, so sei zunächst hervorgehoben, daß diese Systeme durchaus nicht bei allen Pflanzen vorhanden sind, oder vorhanden zu sein brauchen. So wurde schon oben erwähnt, daß die niederen Pflanzen (Algen, Pilze, Moose) fast nur Zellengewebe besitzen; so sind z. B. die Milchröhren, Harzgänge u. s. w. nur bestimmten Pflanzen oder Pflanzengruppen eigen und fehlen bei sehr vielen anderen. Wir werden daher vor Allem denjenigen Systemen eine hervorragende Wichtigkeit zuerkennen, welche, abgesehen von dem keiner Pflanze fehlenden Zellengewebe, allen höheren Pflanzen (Pteridophyten und Phanerogamen) zukommen; wie die Beobachtung lehrt, ist dies für das Tracheen- und Siebröhrensystem der Fall. Berücksichtigen wir ferner, daß an der Oberfläche des Pflanzenkörpers bestimmt charakterisirte Formen des Zellengewebes auftreten, so erhalten wir folgende drei Hauptsysteme des Pflanzenkörpers:

1) das Fibrovasalsystem (Fig. 55 *f*), welches regelmäßig aus einer Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht, aber auch Sklerenchym und Zellengewebe in sich enthält; es durchzieht den Pflanzenkörper in Form von Strängen, deren Anordnung mit der morphologischen Gliederung in naher Beziehung steht;

2) Das Hautsystem (Fig. 55 *e*), umfassend diejenigen Zellgewebe, welche im Zusammenhang mit ihrer Aufgabe, den Pflanzenkörper nach außen abzuschließen, besondere Ausbildung erfahren; die in demselben selbst auftretenden Sekretbehälter sind fast durchgehends von eigenthümlichem Bau, andere Gewebeformen fehlen fast völlig;

3) das System des Grundgewebes (Fig. 55 *g*); dasselbe wird hauptsächlich gebildet von Zellengewebe, welches den zwischen den vorgenannten Systemen übrigbleibenden Raum ausfüllt, und je nach verschiedenen physiologischen Funktionen verschiedenartige Ausbildung erfährt.

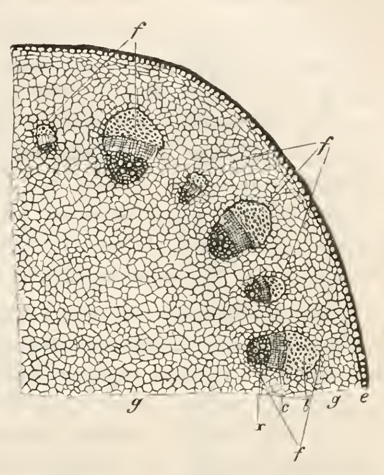


Fig. 55. Die drei Gewebesysteme auf dem Querschnitt des Blattstiels von Helleborus (20): *e* Hautsystem (Epidermis), *g* System des Grundgewebes, *f* Fibrovasalsystem, *x* Xylem, *c* Weichbast, *b* Bastfasern.

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, und sich aus der folgenden Darstellung noch deutlicher ergeben wird, ordnen sich die übrigen aus einzelnen Gewebeformen bestehenden Systeme diesen drei Hauptsystemen unter, in der Art, daß sie sich in denselben gemeinschaftlich verbreiten; d. h. wir finden Sklerenchym, ebenso verschiedene Sekretbehälter sowohl im Fibrovasalsystem, als im Grundgewebe. Wir erhalten durch die Eintheilung nach obigen Hauptsystemen auch die Möglichkeit, den Ort, an welchem sich im Pflanzenkörper Sklerenchym, Milchröhren u. s. w. befinden, anzugeben; es ist daher die Unterscheidung dieser drei Hauptsysteme vorwiegend eine morphologische; physiologisches Interesse dagegen bietet es, die Anordnung jeder einzelnen Gewebeform mit Rücksicht auf ihre Funktion zu untersuchen.

In sehr jungen Organen, wie z. B. den allerjüngsten Theilen der Stengel, Wurzeln, sind die Gewebeformen und Systeme noch nicht scharf gesondert; es findet sich dort ein mehr oder minder gleichartiges Theilungsgewebe, das Urmeristem oder Urgewebe, aus welchem die Gewebesysteme, überhaupt alle Gewebeformen hervorgehen.

§ 30. **Das Fibrovasalsystem** durchzieht das Gewebe der höheren Pflanzen in Form von fadenförmigen, strangartigen Gewebekörpern, welche Fibrovasalstränge, Faserstränge, Stränge oder Gefäßbündel genannt werden. Wenn deren Zellen, wie das gewöhnlich der Fall ist, verholzt und fester sind als die des Grundgewebes, so lassen sie sich aus diesem leicht isoliren; zerreißt man z. B. den Blattstiel des Wegetritts, Plantago major, so hängen sie als ziemlich dicke Fäden aus dem Grundgewebe heraus; auch durch Verwesung des letzteren werden sie freigelegt; sie bilden z. B. das Adernetz der Blätter, welches bei deren Fäulnis als Skelett längere

Zeit erhalten bleibt. Bei vielen Wasserpflanzen ist aber das Gewebe der Fibrovasalstränge noch weicher, als das ihrer Umgebung. In vielen Fällen stehen die Fibrovasalstränge so dicht gedrängt und entwickeln sich durch Fortbildung ihrer Gewebe derart, daß sie mächtige Massen darstellen, in denen vom Grundgewebe nur sehr wenig übrig geblieben ist. Eine solche Fibrovasalmasse ist das Holz der Bäume, einschließlich des Bastes.

Den niedriger organisirten Pflanzen (Thallophyten und Muscineen) fehlt ein eigentliches Fibrovasalsystem; doch macht sich schon in den Zellkörpern vieler Algen und Moose (auch des Prothalliums mancher Farne) das Bestreben der inneren Zellen geltend, eine verlängerte Gestalt anzunehmen; bei vielen Moosen (so besonders im Stengel, Blattnerv und Fruchtstiel der meisten Laubmoose) finden wir schon Komplexe langgezogener Zellen mit einem vom übrigen Gewebe abweichenden Inhalt an; diese Bildungen können aber nicht als wahres Fibrovasalsystem bezeichnet werden, da die Tracheen und Siebröhren fehlen, vielmehr nur als Vorstufe.

Die Anordnung und der Verlauf der Fibrovasalstränge stehen in enger Beziehung zum morphologischen Aufbau der Pflanze und zur Ausbildung der Glieder. In den meisten Blättern verlaufen die Fibrovasalstränge im Innern jener schon äußerlich hervortretenden Gewebestreifen, die wir oben (S. 17) als Nerven kennen gelernt haben; ist das Blatt, wie gewöhnlich, flach ausgebreitet, so liegen sie auch häufig innerhalb einer Fläche. Im Blattstiel und Stamm, wie überhaupt in Organen, welche vorzugsweise in der Längsrichtung entwickelt sind, verlaufen sie im allgemeinen der Länge nach; ein Querschnitt durch einen Stengel oder Blattstiel (Fig. 55) zeigt daher zugleich die Querschnitte der darin verlaufenden Stränge. Die Fibrovasalstränge der Blätter und des Stengels hängen aufs innigste untereinander zusammen, derart, daß schon bei der Entstehung des Blattes am Stammscheitel jeder Strang mit seinem oberen Theile in das Blatt ausbiegt, mit seinem unteren Theile dagegen im Stengel hinabsteigt, um sich an andere ältere Stränge anzuschließen. In gewissem Sinne sind also die in einem Stengel verlaufenden Stränge nur die Fußstücke der von den Blättern herabkommenden Stränge, es sind »Blattspurstränge«. Der Verlauf dieser Stränge im Stengel ist aber sehr mannigfaltig; im allgemeinen lassen sich drei Typen unterscheiden, die freilich durch Übergänge verbunden sind, und welchen sich noch einige abnorme Fälle, die wir unberücksichtigt lassen können, anschließen würden.

1) Die Blattspurstränge vereinigen sich alle zu einem einzigen, in der Achse des Stengels verlaufenden Strang (seltener, nur bei einigen Wasserpflanzen und wenigen Pteridophyten vorkommender Fall).

2) Die aus jedem Blatt in größerer Anzahl nebeneinander eintretenden Stränge nähern sich zuerst der Stengelmitte und biegen sich von hier wieder nach außen, um unter allmählicher Verdünnung nach abwärts zu verlaufen und erst sehr tief unten sich theilweise zu vereinigen (Fig. 56 *A*). Auf dem Querschnitt eines solchen Stengels erscheinen die Stränge regellos zerstreut, die der Mitte näheren sind von größeren Dimensionen. Diese

Anordnung findet sich vorherrschend bei den Monocotyledonen, besonders den Palmen.

3) Die von jedem Blatt in geringer Anzahl kommenden Stränge biegen bald nach ihrem Eintritte in den Stengel nach abwärts und verlaufen nun alle einander parallel und in annähernd gleicher Entfernung von der Achse durch den Stengel, indem sie besonders in den Knoten sich verzweigen und anastomosiren (Fig. 56 *B*). Der Querschnitt eines solchen Stengels zeigt die Stränge alle in einen dem Umfang annähernd parallelen Kreis gestellt, der das Grundgewebe in zwei Theile scheidet, einen inneren, von diesem Kreise umschlossenen, das Mark (Fig. 56 *B*, *m*) und einen äußeren, zwischen diesem Kreise und dem Hautgewebe, die Rinde (Fig. 56 *B*, *r*). Die zwischen den einzelnen Strängen in deren Kreis liegenden Partien des Grundgewebes, welche zwischen den Strängen hindurch Mark und Rinde miteinander verbinden, heißen Markverbindungen. Diese Anordnung kommt vorzugsweise den Dicotyledonen und Gymnospermen zu.

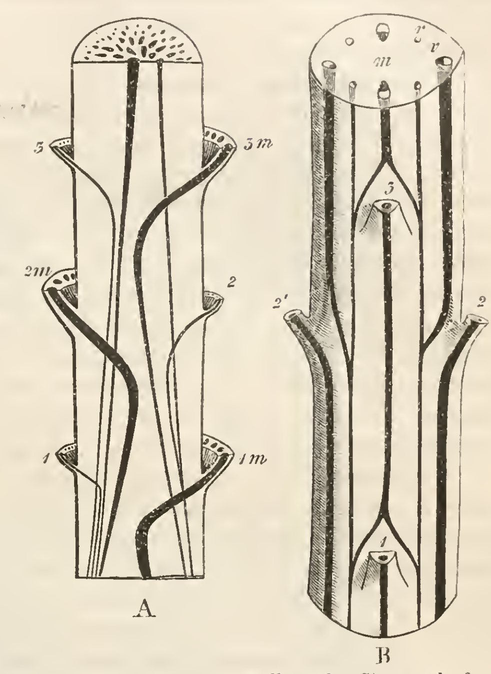


Fig. 56. Schematische Darstellung des Strangverlaufes in Stämmen: *A* axiler Längsschnitt mit halbem Querschnitt eines Palmenstammes, die zweizeilig gedachten (über der Basis abgeschnittenen) Blätter sind umfassend, daher gegenüber ihrer Mediane (*m*) noch einmal getroffen. *B* Außenansicht (mit durchsichtig gedachter Rinde) und Querschnitt eines Stengels von Cerastium; die decussirt gestellten Blätter sind abgeschnitten. Der aus jedem Blatt kommende Strang gabelt sich über dem gerade darunterstehenden Blatt; die Gabelzweige aller Stränge vereinigen sich zu den vier schwächeren Strängen, die auf dem Querschnitt mit den vier stärkeren alterniren. Auf dem Querschnitt bedeutet *m* Mark, *r* Rinde, *v* Markverbindung; das Xylem der Stränge ist hier dunkel gezeichnet.

Diesem Typus ordnet sich auch die bei den meisten Farnen herrschende Anordnung unter, wo ebenfalls durch das Fibrovasalsystem Mark und Rinde voneinander geschieden werden; es geschieht dies bei einzelnen Formen durch eine Fibrovasalröhre, aus welcher die in die Blätter ausbiegenden Stränge austreten, bei den meisten durch ein Netzwerk von kürzeren oder längeren Maschen, von deren Grund oder Seiten aus die Blattstränge entspringen.

Die Bezeichnungen Mark und Rinde können mit gewissen Beschränkungen auch in den unter 1) und 2) geschilderten Fällen angewendet werden; so wird das Grundgewebe, welches den axilen Strang umgiebt, Rinde genannt, ebenso kann man in vielen dem zweiten Typus angehörenden Fällen eine äußere von längsverlaufenden

Strängen freie Partie des Grundgewebes als Rinde, eine ebensolche zentrale als Mark bezeichnen.

Bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen kommen auch stammeigene Stränge vor, d. h. solche, welche nicht als die unmittelbare Fortsetzung der von den Blättern kommenden betrachtet werden können.

In den Wurzeln verläuft (mit ganz wenigen Ausnahmen) ein einziger axiler Fibrovasalstrang (s. oben S. 29, Fig. 23 *f*).

Entsprechend der schon oben (S. 54) hervorgehobenen Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht jeder Strang aus zwei Theilen, dem Tracheentheil, auch Holzkörper oder Xylem genannt, und Siebtheil, auch Bastkörper oder Phloëm genannt; dieselben sind in jedem Strang je in Ein- oder Mehrzahl vorhanden und sind der Länge nach miteinander verbunden. Im Xylem herrscht, wenn nicht besondere Lebensweise andere Verhältnisse bedingt, die entschiedene Neigung zur Verholzung sämmtlicher Zellwände und zur Erfüllung zahlreicher Zellen mit Luft: es ist daher vorwiegend der feste, aber zugleich brüchige Theil des Stranges. Im Phloëm tritt vorwiegend die Neigung zur Bildung weicher geschmeidiger, nur wenig verholzter Zellwände hervor, und die Zellen behalten meist ihren Saft. — In beiden Theilen schließen die Elemente in der Regel ohne Intercellularräume aneinander.

Diejenigen Fibrovasalstränge, welche nur aus diesen beiden Gruppen bestehen, mithin keines weiteren Wachsthums mehr fähig sind, heißen geschlossene; andere dagegen enthalten noch eine Schicht von Theilungsgewebe, Cambium, welches den ganzen Strang der Länge nach durchsetzt und durch seine Thätigkeit die Masse des Xylems und des Phloëms, welche auf verschiedenen Seiten des Cambiums liegen, vermehrt; diese cambiumhaltigen Stränge werden offen genannt.

Der Holzkörper eines Fibrovasalstranges (so lange derselbe noch nicht durch die Thätigkeit des Cambiums verändert worden ist) besteht im allgemeinen aus folgenden drei Zellformationen:

1) Tracheen, und zwar bald aus Tracheiden, bald aus echten Gefäßen (Fig. 57 *s*, *s'*, *t*);

2) Sklerenchymfasern, hier Holzfasern genannt (Fig. 57 *h*);

3) parenchymatischem Zellengewebe, dem Holzparenchym.

Ebenso besteht der Bastkörper aus:

1) den Siebröhren (Fig. 57 *sb*);

2) Sklerenchymfasern, hier Bastfasern genannt (Fig. 57 *b*);

3) parenchymatischem Zellengewebe, dem Phloëmparenchym. Diesem sind auch die langgezogenen, nicht selten prosenchymatischen Zellen zuzurechnen, welche als Cambiform bezeichnet werden; sie sind nach Form und Ausbildung denjenigen Zellen gleich, aus welchen im Verlaufe der Entwickelung alle Elemente des Stranggewebes hervorgehen; im Gegensatz zu den dickwandigen Bastfasern werden die übrigen Elemente häufig als Weichbast zusammengefaßt.

Von den genannten Gewebeformen sind, wie aus früher Gesagtem deutlich hervorgeht, die Tracheen und Siebröhren die wesentlichsten; die

übrigen Formen sind von den gleichnamigen auch im Grundgewebe vorkommenden wenig oder nicht verschieden: sie sollen auch hier nur soweit berücksichtigt werden, als sie wirklich zwischen den Tracheen und Siebröhren als zweifellose Angehörige des Stranggewebes auftreten. — Ebenso wie in den Strängen Sklerenchym und Zellengewebe vorkommen, finden

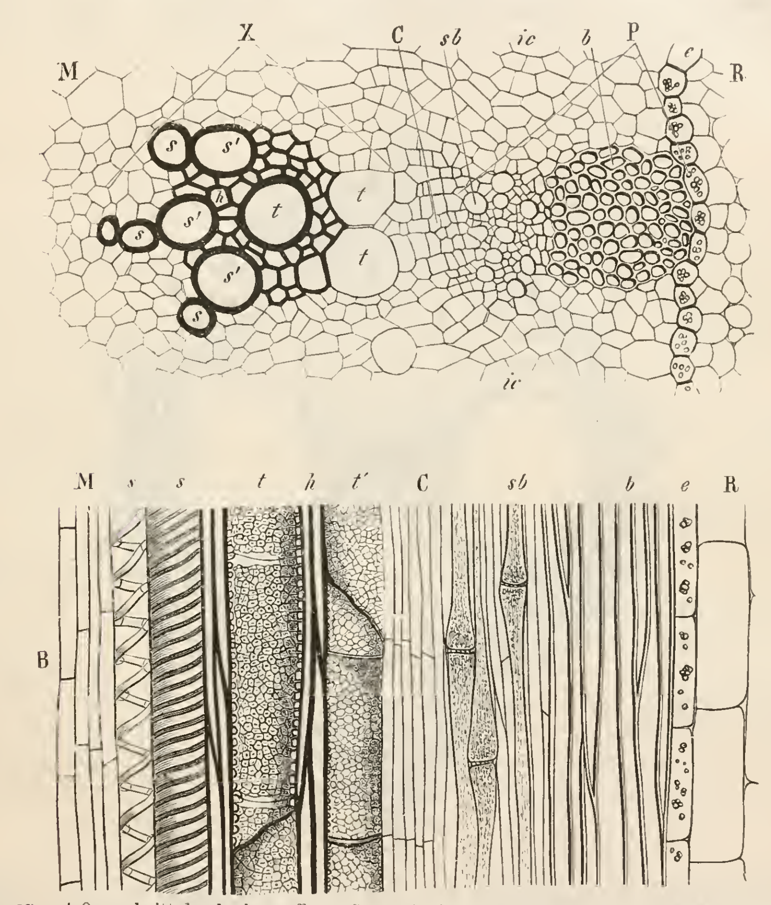


Fig. 57. *A* Querschnitt durch einen offenen Strang im Stengel der Sonnenblume; *M* Mark, *X* Xylem, *C* Cambium, *P* Phloëm, *R* Rinde; *s* enge, *s'* weitere Spiralgefäße, *t* getüpfeltes Gefäß, *t'* ebensolche, noch in der Ausbildung begriffen, *h* Holzfasern, *sb* Siebröhren, *b* Bastfasern; *e* Endodermis; *ic* Interfascicularcambium. *B* radialer Längsschnitt durch einen ganz ähnlichen Strang (etwas schematisirt) Bezeichnung wie oben (150).

sich, wenigstens bei gewissen Pflanzen, auch Sekretbehälter im Innern des Stranges; so Krystallschläuche nicht selten, Harzgänge z. B. im Xylem mancher Coniferen, Milchröhren im Phloëm und zwar in einer gewissen Korrelation zu den Siebröhren derart, daß letztere alsdann an Menge zurücktreten.

Je nach dem Ort, an welchem man einen Fibrovasalstrang durchschneidet, und je nach der Natur der Pflanze können die genannten Zell-

formen mehr oder minder vollständig vertreten sein. — Die Anordnung dieser einzelnen Zellformen im Holz- und Bastkörper, sowie die gegenseitige Lage dieser Partien ist sehr verschieden; und man unterscheidet hiernach folgende durch Übergänge verbundene Typen:

1) Kollaterale Stränge: hier liegen innerhalb des Stranges Xylem und Phloëm radial hintereinander derart, daß in Stämmen (ebenso aber auch in zylindrischen Blättern und vielen Blattstielen mit gleichmäßig um

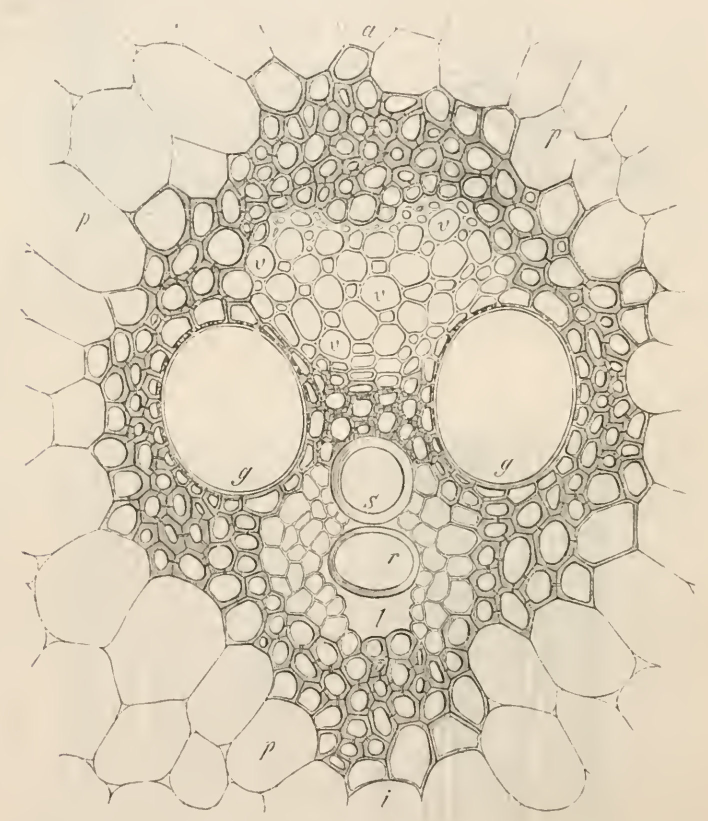


Fig. 58. Querschnitt eines geschlossenen Fibrovasalstranges im Stamm von Zea Mais (550), *h* Außenseite, *i* Innenseite bezüglich der Stammachse; *p* Parenchym des Grundgewebes, *gg* zwei große getüpfelte Gefäße, *s* Spiralgefäß, *r* Ring eines Ringgefäßes, *l* lufthaltige Lücke durch Zerreißen entstanden, umgeben von dünnwandigen Holzzellen. Zwischen den beiden Gefäßen *g* liegen kleinere, netzartig verdickte und gehöft getüpfelte Gefäße. Diese Zellformen bilden das Xylem; das Phloëm wird gebildet von Weichbast, in welchem die Siebröhren (*v*) durch größere Weite hervorragen; der ganze Strang ist umgeben von einer Sklerenchymscheide (nach *Sachs*).

ein Centrum geordneten Strängen) das Xylem der Achse, das Phloëm der Peripherie zugewendet ist (s. Fig. 55, 56, 57, 58, 60); da nun in der Regel die Stränge ohne weitere Drehungen in die flachen Blätter austreten, so liegt in solchen das Phloëm der einzelnen Stränge der Unterseite, das Xylem der Oberseite zugewendet. Es gilt dies sowohl für kreisförmig angeordnete, als für zerstreute Stränge, für offene, wie geschlossene, doch nicht

ohne alle Ausnahmen. Das Cambium der offenen Stränge liegt, wie schon oben erwähnt, in der Mitte zwischen Xylem und Phloëm, diese beiden Partien voneinander scheidend.

Innerhalb des Xylems liegen im Stamme stets (mit wenigen Ausnahmen, wie Cycadeen) die Ring- und Spiral-Tracheen an der dem Phloëm abgewendeten Seite des Stranges; darauf folgen näher dem Phloëm Netz- und getüpfelte Tracheen, welche stets den größten Querdurchmesser unter allen Elementen des Xylems besitzen. Die Gruppirung dieser Tracheen unter sich und mit den Holzfasern und Parenchymzellen ist außerordentlich mannigfaltig; die in Fig. 57 und 58 dargestellten Fälle sind nur einzelne Beispiele.

Die am inneren Rande des Stranges liegenden Ring- und Spiraltracheen werden in jedem Strang zuerst ausgebildet und zwar schon zu der Zeit, wo der betreffende Pflanzentheil seine definitive Länge noch nicht erreicht hat; sie machen dessen Streckung mit durch und sind demgemäß, da sie sich nicht mehr in die Quere theilen können, wie die übrigen noch unausgebildeten Strangelemente, die längsten Elemente des ganzen Stranges. — Bei vielen Monocotylen und den Equisetaceen bildet sich meist unter Zerreißung dieser Erstlingstracheiden ein Intercellulargang aus.

Im Phloëm liegen häufig die Bastfasern der Peripherie am nächsten, die durch ihren größeren Querschnitt hervortretenden Siebröhren gewöhnlich im Weichbast zerstreut (Fig. 57 *s b*, 58 *v*).

Bei einigen Pflanzen (z. B. Cucurbitaceen, Solaneen) liegt dem normalen Phloëm auf der entgegengesetzten Seite des Xylems ein zweiter Phloëmstrang gegenüber.

2) Konzentrische Stränge; hier nimmt einer der beiden Theile die Achse des Stranges ein und wird vom anderen ringförmig umgeben; seltener ist der zentrale Theil das Phloëm (im Rhizom von Iris u. a.), meist wird das Xylem vom Phloëm rings umgeben, so in den axilen Strängen des Stammes vieler Wasserpflanzen (z. B. Hippuris), in den meisten Strängen der Farne. Die Ring- und Spiraltracheiden als erstausgebildete Elemente sind bei letzteren zumeist auf zwei oder mehr Punkte der Peripherie des Xylems vertheilt.

3) Radiale Stränge. In diesen bildet das Xylem zwei oder mehr radial von der Strangmitte ausstrahlende Bündel, zwischen welchen alternirend ebensoviel Phloëmbündel liegen; die Ausbildung des Stranggewebes geht hier von den peripherischen Enden jener Xylembündel aus, wo sich wie auch sonst Ring- und Spiraltracheen befinden; nach der Anzahl dieser Anfangspunkte, beziehungsweise Bündel unterscheidet man dann di-, tri- (Fig. 59 *B*), tetra- (Fig. 59 *A*), polyarche Stränge. Solche radiale Stränge kommen den Stämmen der Lycopodiaceen und fast allen Wurzeln zu. In den letzteren ist die Anzahl der Xylembündel bei den Dicotyledonen gering, meist 2, 3, 4, selten 5 bis 8, bei den Monocotyledonen oft sehr groß. Die äußerste Schicht des Wurzelstrangs wird Pericambium (Fig. 59 *A*, *B*, *pc*) genannt und bleibt sehr lange in bildungsfähigem Zustande. In diesem Pericambium entstehen die Anlagen der Seitenwur-

zeln und zwar fast immer gerade vor den Xylembündeln; es sind daher (abgesehen von den später auftretenden Adventivwurzeln) stets soviel Reihen von Seitenwurzeln an einer Wurzel vorhanden, als der Fibrovasal-

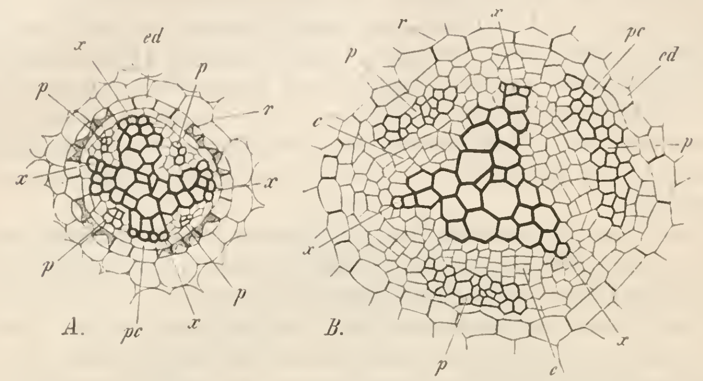


Fig. 59. *A* Querschnitt durch den Strang einer Wurzel von Convallaria; *ed* Endodermis; *pc* Pericambium, *x* die vier Xylemgruppen, *p* die vier Phloëmgruppen; *r* Rinde, *B* Querschnitt durch den Strang einer Wurzel von Sambucus nigra mit beginnender Ausbildung des Cambiums *c*. (100 mal vergr.)

strang Xylembündel enthält. Die Seitenwurzel muss bei ihrer Entstehung die Rinde der Mutterwurzel durchbrechen (s. oben Fig. 23); ihr Fibrovasalstrang schließt sich unmittelbar an den der Mutterwurzel an.

§ 31. **Das Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln** wird bei den Nadelhölzern und den meisten Dicotyledonen vermittelt durch die Fortbildung des Cambiums ihrer offenen Stränge. Diese sind auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis geordnet (Fig. 60 *A*) und das Dickenwachsthum wird zuerst dadurch eingeleitet, daß aus dem an die Stränge angrenzenden Grundgewebe, den Markverbindungen, durch tangentiale Theilungen (s. Fig. 57 *A*, *ic*) ebenfalls Cambium hervorgeht, welches sich an das der Fibrovasalstränge ansetzt. So bildet sich ein geschlossener Hohlcylinder, auf dem Querschnitt als Ring erscheinend, der Cambiumring (Fig. 60 *B*, *c*), welcher Mark und Rinde vollständig voneinander trennt und seinem Ursprunge nach aus zwei radial abwechselnden Partien besteht: dem Fascicularcambium, d. h. dem Cambium der einzelnen Stränge, und dem Interfascicularcambium, d. h. dem aus den Markverbindungen nachträglich hervorgegangenen Cambium.

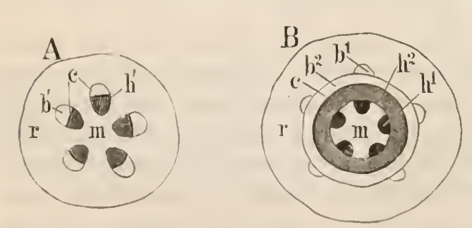


Fig. 60. Schematische Querschnitte eines Stammes mit Dickenwachsthum. *A* in sehr jungem Zustande; es sind fünf einzelne Stränge vorhanden: *m* Mark, *r* Rinde, *b'* primärer Bastkörper, *h*[1] primärer Holzkörper, *c* Cambium. *B* nach Beginn des Dickenwachsthums; *h*[2] sekundärer Holzkörper, *b*[2] sekundärer Bastkörper.

In den Wurzeln, welche in die Dicke wachsen, bildet sich ebenfalls ein Cambiumring, indem die zwischen den einzelnen Xylembündeln inner-

halb der Phloëmbündel liegenden Zellen sich durch Theilung in Cambiumzellen umwandeln und der Ring sich außerhalb der Xylembündel schließt. So entsteht auch hier ein Ring, der außerhalb der ursprünglich vorhandenen Xylembündel und innerhalb der ursprünglichen Phloëmbündel verläuft (Fig. 59 *B*).

Die Zellen des Cambiumringes, sowohl im Stamme wie in der Wurzel, theilen sich fortwährend tangential und mitunter radial, so daß die Zellenzahl in der Richtung des Radius, wie auch in der Richtung des sich dabei vergrößernden Umfangs zunimmt. Von den hierdurch erzeugten Zellen bilden sich die auf der inneren Seite gelegenen zu Elementen des Holzkörpers (Fig 60 *B*, h^2), die der äußeren Seite zu Elementen des Bastkörpers (Fig. 60 *B*, b^2) aus, während die mittlere Zone fortwährend in theilungsfähigem Zustande bleibt. Es kommt also durch die Thätigkeit des Cambiums innen ein sekundärer Holzkörper, außen ein sekundärer Bastkörper zu stande, im Gegensatz zu den primären Elementen der Stränge, welche schon vorher ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren. Die primären Holzkörper der ursprünglichen Stränge befinden sich somit zu innerst und springen meistens (besonders wenn die primären Stränge weit voneinander entfernt liegen) gegen das Mark hin vor; sie bilden die sog. Markkrone oder Markscheide (Fig. 60 *B*, *h'* und 62 *ms*).

Die Elemente des sekundären Holzkörpers sind zwar im allgemeinen übereinstimmend mit denen des primären Xylems, doch kommen einige Besonderheiten vor. Vor allem ist zu bemerken, daß sie wenigstens ursprünglich in radiale Reihen geordnet sind, da ja alle auf einem Radius liegenden Elemente aus einer Cambiumzelle hervorgegangen sind. Die Gestalt der Cambiumzellen ist langgezogen und etwas prosenchymatisch in der Richtung, daß die schräge Zuspitzungsfläche nur auf dem Tangentialschnitt deutlich, d. h. im Profil sichtbar ist (Fig. 61 *A*). Durch Umbildung der den eigentlichen Cambiumzellen völlig ähnlichen Tochterzellen gehen die verschiedenen der Länge nach gestreckten Gewebeelemente hervor, welche den sekundären Holzkörper zusammensetzen. Das Holz unserer Bäume enthält folgende:

1) Tracheen, deren Längswände mit gehöften Tüpfeln versehen sind (echte Ring- und Spiraltracheen fehlen durchaus); es sind zum Theil echte Gefäße von größerem Querdurchmesser als die übrigen Elemente (daher diese meist in ihrer ursprünglichen Anordnung gestört), ihre Glieder meist von gleicher Länge wie die Cambiumzellen; die Querwände sind entweder ganz aufgelöst (einfache Perforation) oder nur durchbrochen (leiterförmige Perforation); zum Theil aber sind es Tracheiden, welche bald den Gefäßgliedern völlig ähnlich, sich nur durch den Mangel der Perforation unterscheiden, bald aber auch mehr die Form von Fasern besitzen (Fig. 61 *B*) und sich in ihrem übrigen Verhalten den eigentlichen Holzfasern oder Libriformfasern annähern, mit diesen selbst durch Übergangsformen verbunden sind. Auf der Längswand kommen bei einigen Hölzern (z. B. Linde) neben den Tüpfeln zarte Spiralverdickungen vor, welche von denen der eigentlichen Spiralgefäße außer der Zartheit auch dadurch verschieden

sind, daß sie bei Verletzung sich nicht von der äußern Wandschicht loslösen;

2) Sklerenchymfasern, hier Holzfasern und, zum Unterschied von den eben erwähnten faserförmigen Tracheiden, Libriformfasern genannt; sie sind langgestreckt, fast immer länger als die Cambiumzellen, indem deren prosenchymatische Zuspitzung sich steigert und die spitzen Enden der einzelnen Zellen gleichsam zwischen einander hineinwachsen. Ihre Wände sind ungetüpfelt oder mit kleinen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 61 *C*);

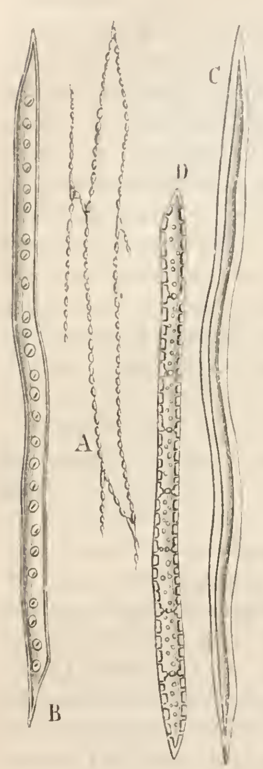


Fig. 61. *A* Cambiumzellen im tangentialen Längsschnitt, *B* faserförmige Tracheide, von außen gesehen, *C* Libriformfaser und *D* Holzparenchymgruppe, im Durchschnitt gesehen, aus dem Holze der Eiche, durch Mazeration isolirt (150).

3) Zellengewebe, welches zumeist in der Form des Holzparenchyms auftritt; dieses kommt durch wiederholte Quertheilung der Cambiumzellen zu stande; die aus je einer Cambiumzelle hervorgegangenen Parenchymzellen bilden eine durch die schrägen Wände der ersteren abgegrenzte Gruppe (Fig. 61 *D*). Es gehören hierher auch die Ersatzfaserzellen, welche ohne Quertheilung direkt aus Cambiumzellen hervorgehen. Die Wände der Zellen sind meist dünn, mit einfachen größeren Tüpfeln versehen.

Bezüglich der sehr mannigfaltigen Vertheilung dieser Elemente ist vor allem hervorzuheben, daß sämmtlichen Nadelhölzern die echten Gefäße und das eigentliche Holzparenchym fehlen, während die Markkrone, das primäre Xylem, Ring-, Spiral- und Netzgefäße enthält; das sekundäre Holz dieser Pflanzen besteht nur aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände die oben S. 47, Fig. 46 beschriebenen behöften Tüpfel besitzen.

Im Holz der Laubbäume, Sträucher und der Stengel stärkerer krautartiger Gewächse bilden die Libriformfasern meist die Grundmasse, welcher die Gefäße und Holzparenchymzellen eingestreut sind.

Saftige Stammgebilde, welche in die Dicke wachsen, z. B. die Kartoffelknollen, enthalten in dem vom Cambium gebildeten Xylem nur dünnwandige saftreiche Parenchymzellen, zwischen welchen einzelne Gefäße verlaufen.

Der Holzkörper unserer Holzgewächse läßt schon für das bloße Auge konzentrisch angeordnete Schichten erkennen, welche man als Jahresringe (Fig. 62, 1 bis 4) bezeichnet. Es rührt diese Schichtung daher, daß das im Frühjahre gebildete Holz eine andere Beschaffenheit besitzt, als das im Sommer gebildete; da nun die äußeren Bedingungen, von welchen diese

Verschiedenheit abhängt, im Laufe eines Jahres sich allmählich ändern, während des Winters aber kein Holz entsteht, so ist leicht erklärlich, daß innerhalb des in einem Jahre gebildeten Ringes eine allmähliche Änderung im Bau des Holzes von innen nach außen beobachtet wird und daß die Grenze zwischen zwei Jahresringen ziemlich scharf ausgeprägt ist. Die anatomische Ursache des Hervortretens der Jahresringe liegt für sämmtliche Hölzer darin, daß die letzten Holzelemente des Jahresringes, die **Grenzzone**, stets abgeplattet sind, d. h. einen sehr kurzen Radialdurchmesser besitzen (Fig. 63 *w*); bei den Nadelhölzern kann man, abgesehen von dieser

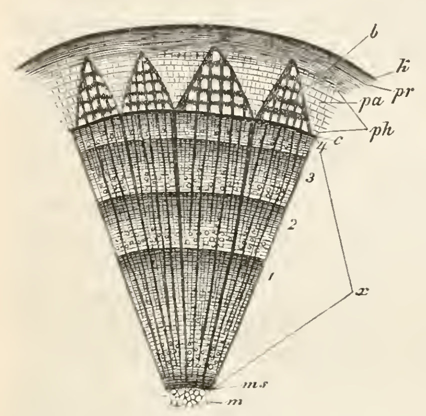


Fig. 62. Theil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig der Linde (schwach vergrößert), *m* Mark, *ms* Markscheide, *x* der sekundäre Holzkörper, *1*, *2*, *3*, *4* die vier Jahresringe; *c* Cambium, *ph* Bastkörper, *pa* primäre Markstrahlen, *b* Bastfasern; *pr* primäre Rinde, *k* Kork.

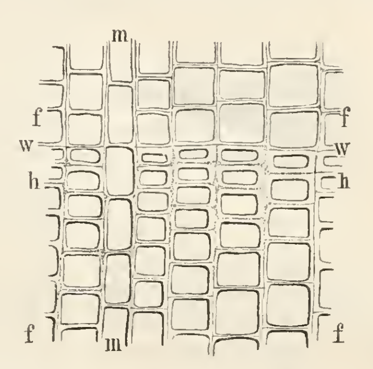


Fig. 63. Querschnitt des Fichtenholzes an der Grenze zweier Jahresringe; *m* ein Markstrahl, alles übrige sind Tracheiden, *f* lockeres Frühjahrsholz, *h* dichteres Herbstholz. *w* die Grenze zwischen dem Herbst- und folgenden Frühjahrsholz; zwischen *h* und *w* die abgeplattete Grenzzone (250).

Grenzzone, noch zwei Schichten unterscheiden: das aus dünnwandigen Tracheiden gebildete Frühlingsholz (Fig. 63 *f*) und das aus dickwandigen Tracheiden gebildete Herbstholz (Fig. 63 *h*). Bei den Laubhölzern nimmt die Anzahl und Größe der Gefäße in jedem Jahresringe von innen nach außen ab. Geschieht dies allmählich, so nimmt das bloße Auge keinen auffallenden Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstholz wahr (zerstreutporige Hölzer, z. B. Buche, Linde, Ahorn, Nußbaum); einige Holzarten zeigen aber im Frühlingsholz einen Ring von auffallend großen Gefäßen, während im Herbstholze nur viel kleinere Gefäße vorkommen (ringporige Hölzer, z. B. Eiche, Ulme, Esche).

Außer den bisher betrachteten, der Länge nach gestreckten Elementen enthält der Holzkörper auch noch Gruppen von radial gestreckten Elementen, die **Markstrahlen**, auch **Spiegelfasern** oder **Parenchymstrahlen** genannt. Diese erscheinen auf dem Querschnitt als radiale Streifen, auf dem Radialschnitt als radiale Bänder von beschränkter Höhe, auf dem Tangentialschnitt als elliptische, von den längsgestreckten Elementen umzogene Nester (Fig. 64); sie bestehen zumeist aus Parenchymzellen,

welche radial sehr gestreckt (Fig. 63 *m*), in tangentialer und vertikaler Richtung dagegen sehr kurz sind; nur bei einigen Nadelhölzern (wie Kiefern, Lärchen u. a.) sind außer diesen Parenchymzellen auch radial gestreckte Tracheiden vorhanden. Diese Markstrahlen werden ebenso, wie die längsgestreckten Elemente, vom Cambium erzeugt und zwar nach beiden Seiten hin, so daß jeder Markstrahl vom Holzkörper durch das Cambium in den Bastkörper verläuft. Hat eine Gruppe von Cambiumzellen einmal begonnen, Markstrahlgewebe zu erzeugen, so thut sie dies fortwährend; je mehr der Umfang des Holzkörpers zunimmt, an desto mehr Stellen beginnt im Cambium die Markstrahlbildung, desto mehr Markstrahlen zerklüften den Holzkörper. Diejenigen Markstrahlen, welche innen bis zum Mark (und außen bis zur primären Rinde) reichen, d. h. schon mit Beginn des Dickenwachsthums entstanden, heißen primäre. Es sind diese bei einigen Pflanzen aus dem ganzen Interfascicularcambium hervorgegangen, entsprechen somit ihrer Lage nach den Markverbindungen (z. B. Clematis), bei anderen dagegen nur an einzelnen Stellen des Interfascicularcambiums (z. B. Hainbuche); auch im primären Xylem der Stränge können schon primäre Markstrahlen vorkommen. Sekundäre Markstrahlen heißen diejenigen, deren Bildung erst später erfolgte, die also nicht bis zum Marke reichen, sondern innen im Holzkörper blind endigen. Wo die Markstrahlen (wenigstens einzelne) sehr groß sind, fallen sie dem bloßen Auge sehr leicht auf, z. B. im Holz der Buche und Eiche. —

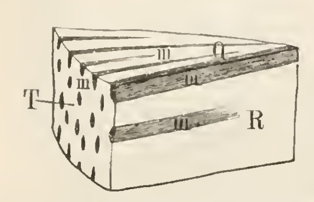


Fig. 64. Schematische Darstellung des Verlaufs der Spiegelfasern: aus dem Holz geschnittener Keil. *Q* Querschnittsfläche, *R* Radialfläche, *T* tangentiale Außenfläche des Holzkörpers; die dunkeln Partien sind die Spiegelfasern.

Sekretbehälter fehlen dem sekundären Holze nicht; so finden sich zuweilen Krystallschläuche, Milchröhren: besonders aber sind die Harzgänge zu nennen, welche bei vielen Nadelhölzern (z. B. Kiefern, Fichten, Lärchen) der Länge nach und in den stärkeren Markstrahlen verlaufen; bei anderen (wie Weißtanne, Cupressineen) erfüllt das Harz besondere Schläuche im Holze.

Das Holz vieler stärkerer Bäume läßt eine bisweilen sehr auffallende Verschiedenheit zwischen den älteren inneren Theilen des Holzkörpers, dem Kernholz, und den äußeren jüngeren, dem Splint, erkennen. Diese beruht auf Veränderungen, die das in seinen Elementen längst fertige Holz im Laufe der Jahre erfährt: das veränderte Holz, der Kern, ist stets wasserärmer, führt in den Parenchymzellen keine Stärke und ist häufig dunkler gefärbt (z. B. Kiefer, Lärche, Eiche). —

Der vom Cambium gebildete sekundäre Bastkörper erreicht keine so bedeutende Mächtigkeit wie der Holzkörper; er besteht aus Siebröhren, Bastfasern und Parenchymzellen in verschiedener, nur sehr selten regelmäßiger Anordnung; bisweilen liegen die Bastfasern in Schichten, so daß man sie in ausgedehnten zusammenhängenden Stücken abziehen kann (z. B. Linde). Jahresringbildung tritt nicht hervor. Die Markstrahlen durch-

ziehen, wie bereits oben erwähnt, den Bastkörper in entsprechender Ausdehnung, wie den Holzkörper. Bei mehreren Bäumen werden die Markstrahlzellen (und andere Zellen) des Bastkörpers sklerenchymatisch, z. B. bei der Buche, wo sie an der dem Cambium angrenzenden Fläche trockener »Rinde« als harte Kämme vorragen. — Von Sekretbehältern sind im sekundären Bastkörper vor allem Krystallschläuche als sehr häufig vorkommend namhaft zu machen; Schleimschläuche und Milchröhren kommen bei den damit versehenen Pflanzen regelmäßig auch im sekundären Phloëm vor; ebenso (jedoch mit Ausnahme der meisten Coniferen) auch die Harzgänge. — Da das Cambium fortwährend seinen Umfang vergrößert, so muß der außerhalb liegende Bastkörper, besonders in seinen äußeren Partien, sehr stark gedehnt werden. Diese Dehnung trifft natürlich vorzugsweise die noch wachsthumsfähigen parenchymatischen Elemente, während die Bastfasern nicht mehr veränderungsfähig sind; daher trifft man häufig besonders die Markstrahlen nach außen stark verbreitert (s. Fig. 62 *pa*). — Da man im gewöhnlichen Leben alle außerhalb des Cambiums liegenden Gewebe als Rinde zu bezeichnen pflegt, nennt man den vom Cambium erzeugten Bastkörper auch sekundäre Rinde, zum Unterschiede von der noch weiter außen liegenden primären Rinde, nämlich der eigentlichen, dem Grundgewebe angehörigen Rinde. —

Die Zellen des Cambiumringes, welcher zwischen Holz und Bastkörper liegt, sind sehr protoplasmareich und zerreißen besonders zur Zeit ihrer Thätigkeit (vom Frühjahr bis zum August) sehr leicht; daher läßt sich alsdann die »Rinde« leicht vom Holz losschälen.

Manche Holzpflanzen, die indeß nur zum geringsten Theile bei uns einheimisch sind, weichen in der Entstehung und Anordnung des Cambiumringes von dem hier geschilderten allgemeinen Typus ab. Hier seien nur die baumartigen Liliaceen erwähnt (Yucca, Dracaena), als die einzigen Monocotyledonen, deren Stämme in die Dicke wachsen. Da hier die Stränge geschlossen sind, existirt kein Cambium und es wird das Dickenwachsthum nur dadurch möglich, daß in einer ringförmigen Zone des Grundgewebes Neubildung, sowohl von Grundgewebe, als von einzelnen geschlossenen Fibrovasalsträngen erfolgt.

§ 32. Das **Grundgewebe** umfaßt die inneren Gewebe, welche den Raum zwischen den Fibrovasalsträngen und der Epidermis ausfüllen (s. oben Fig. 55 *g*); es besteht entweder durchaus aus Zellengewebe oder solches bildet wenigstens eine Art Grundmasse, in welche andere Gewebeformen eingelagert sind.

Das Zellengewebe ist in der Regel Parenchym und man hat daher auch diesen letzteren Namen als spezielle Bezeichnung für die aus wirklichen Zellen bestehenden Komplexe des Grundgewebes verwendet; zwischen den Zellen ziehen sich lufthaltige Intercellularräume hin. Relativ selten ist die Gestalt der Zellen prosenchymatisch, so in den Blattstielen vieler Farne, dem Stamme der Lycopodinen; auch bei Moosen, deren

sämmtliches Gewebe als Grundgewebe bezeichnet werden kann, findet sich häufig prosenchymatisches Zellengewebe.

Die Ausbildung der Zellen steht im engsten Zusammenhang mit ihrer physiologischen Funktion; man kann chlorophyllführendes und chlorophyllfreies Zellengewebe unterscheiden; dieselben gehen aber allmählich ineinander über, indem z. B. in Stengeln und Blattstielen der Chlorophyllgehalt von außen nach innen abnimmt; in saftigen Früchten schwindet mit der Reife das Chlorophyll; stets chlorophyllführend ist das Grundgewebe der Laubblätter, Mesophyll genannt.

Die Anordnung und der Bau dieses Mesophylls ist entweder zentrisch oder bifazial; in letzterem Falle tritt eine Verschiedenheit im Bau der beiden Blattflächen hervor, derart, daß die der Oberseite angehörigen Zellen sich zu sog. Pallisadenparenchym ausbilden, jene der Unterseite zu Schwammparenchym. Ersteres besteht entweder aus senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen mit nur schmalen Intercellularräumen (Fig. 65 *pa*), oder aus Zellen, welche in der gleichen Richtung mit Einfaltungen versehen sind und dadurch eine Vergrößerung der von den wandständigen Chlorophyllkörnern besetzten Oberflächen herbeiführen. Im Schwammparenchym dagegen (Fig. 65 *sp*) sind die Zellen von höchst unregelmäßiger Gestalt, häufig in der Richtung gegen die Fibrovasalstränge zu gestreckt, und durch weite Intercellularräume voneinander getrennt. Es ist einleuchtend, daß durch letzteren Umstand auch für das bloße Auge die Oberseite ein dunkleres Aussehen erhält, als die hellere matte Unterseite. Unter Oberseite ist hier im allgemeinen die dem Lichte zugewendete Fläche zu verstehen, welche weitaus am häufigsten auch der morphologischen Oberseite entspricht; einige Blätter jedoch (z. B. Allium ursinum) drehen sich während ihrer Entwickelung, so daß die morphologische Oberseite sich so ausbildet, wie sonst die Unterseite, und umgekehrt. Bei zentrischer Anordnung dagegen, welche besonders bei radiärer Gestalt des Blattes, aber auch nicht selten bei flacher Gestalt vorkommt, breitet sich das Pallisadenparenchym rings um den ganzen Querschnitt aus, während der zentrale Theil entweder von einem allmählich lockerer werdenden Gewebe (wie bei manchen Palmen, Gräsern, Crassula) oder von einem besonderen chlorophyllfreien Gewebe, der Mittelschicht eingenommen wird (so bei Aloe, den Kiefern, manchen Gräsern u. a.).

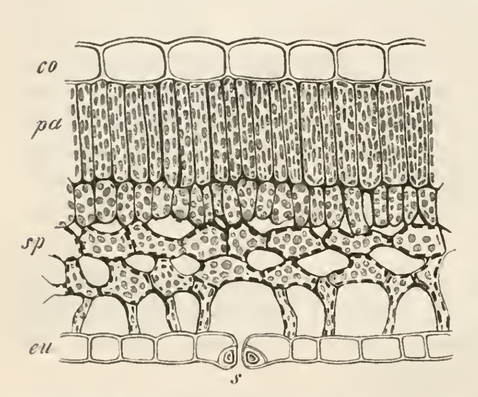


Fig. 65. Querschnitt durch ein Stück des Buchenblattes (350). *eo* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite, *S* Spaltöffnung; *pa* Pallisadenparenchym; *sp* Schwammparenchym.

Die Zellen der unten (§ 47) anzuführenden Reservestoffbehälter, wie

Knollen, Samen, füllen sich mit Stärke, Zucker, Inulin, Fett u. s. w. Manche Komplexe des Grundgewebes sterben im Verlauf der Ausbildung des betreffenden Pflanzentheils ab, ohne gerade in eine besondere Gewebeform überzugehen, so das Mark der Holzpflanzen vollständig (z. B. Sambucus) oder wenigstens theilweise.

Eine besonders ausgezeichnete Form des Zellengewebes ist die Endodermis (auch Schutzscheide genannt), nämlich eine einfache Schicht von Zellen, welche sehr häufig das Grundgewebe gegen die Fibrovasalstränge abgrenzt. Ihre Zellen schließen lückenlos aneinander, sind an den tangentialen und den radialen Wänden cuticularisirt, zeigen in Folge der durch die Präparation herbeigeführten Veränderungen an letzteren stets charakteristische Faltungen, und werden dadurch weniger durchlässig für wässerige Lösungen. Doch wird deren Durchtritt nicht immer ganz verhindert, häufig nur beschränkt auf die dem Xylem entsprechenden Radien (s. z. B. Fig. 59 *A*, *ed*, wo die vor den Xylemgruppen liegenden Zellen unverdickt, die übrigen verdickt sind). Außerdem kommt ihnen noch mechanische Bedeutung zu. Der Inhalt führt sehr häufig Stärkekörner. Eine solche Endodermis umgiebt vielfach einzelne Fibrovasalstränge an deren ganzem Umfange (z. B. Fig. 59); häufig (und zwar besonders bei Dicotyledonen) bildet sie eine der Oberhaut ungefähr parallele Schicht, welche die Außenseite der Fibrovasalstränge berührt (Fig. 57 *e*).

Als Hypoderma bezeichnet man Schichten des Grundgewebes, welche der Oberhaut unmittelbar angrenzen und eine von der übrigen Masse abweichende Ausbildung erfahren; dasselbe besteht mitunter aus wasserführenden, chlorophyllfreien Zellen, sehr häufig aus Collenchym (Fig. 66 *cl*), nämlich einem Gewebe, dessen Zellen an den Kanten mit einer weichen, quellungsfähigen Verdickungsmasse versehen sind; dasselbe kann parenchymatisch oder prosenchymatisch sein und ist in den Stengeln und Blattstielen der Dicotyledonen allgemein verbreitet. In anderen Fällen findet sich Sklerenchym als Hypoderma. —

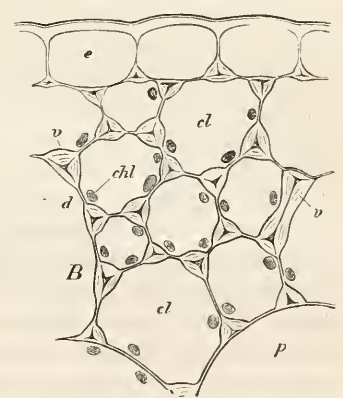


Fig. 66. Collenchymgewebe (*cl*) als Hypoderma des Blattstiels von Begonia (Querschnitt, 550); *e* Epidermis, *c* Cuticula; *chl* Chlorophyllkörner, *v* Verdickungsmasse der Collenchymzellen, *p* Parenchymzellen des Füllgewebes (nach *Sachs*).

Eine gesonderte Betrachtung verdient das im Grundgewebe vorkommende Sklerenchym. Dasselbe ist theils mit dem eben erwähnten Collenchym, theils auch mit dem gewöhnlichen Zellengewebe des Grundgewebes durch Übergangsformen verbunden. Wie bereits oben (S. 51) angegeben, heißen Zellen, welche ihre Wandung dem Sklerenchym gleich ausbilden, aber zum Unterschied von diesem noch einen lebenskräftigen Protoplasmakörper enthalten, sklerotisch. Sowohl den sklerotischen Zellen, als dem eigentlichen Sklerenchym, kommt die Funktion zu, die Festigkeit der

Pflanzentheile herzustellen; es steht daher auch ihre Anordnung vielfach mit mechanischen Forderungen in Einklang; so wird z. B. die nothwendige Biegungsfestigkeit mit dem geringsten Materialaufwand dadurch erreicht, daß die festen Elemente Stränge nahe der Peripherie bilden, wie wir dies auch thatsächlich als häufige Lagerungsweise des Sklerenchyms und der sklerotischen Zellen finden.

Bei den Farnen sind diese mechanisch wirksamen Elemente am wenigsten unterschieden von den übrigen; hier finden wir fast ausschließlich sklerotische Zellen, welche nebenbei oft auch Stärke führen, in den äußeren Schichten der Blattstiele, in den Nerven beiderseits der Stränge und anderwärts. Schärfer differenzirt ist das Sklerenchym bei den Phanerogamen, wo es in deutlicher Faserform auftritt. Die Sklerenchymfasern sind hier bald der Epidermis unmittelbar genähert, in Form einer mehr oder minder kontinuirlichen Schicht (z. B. in den Blättern der Cycadeen, vieler Coniferen) oder einzelner Bündel (wie bei Typha, vielen Cyperaceen). In anderen Fällen ist das Sklerenchym durch einige Zellschichten von der Epidermis getrennt und bildet dann ebenfalls einen geschlossenen Ring (z. B. Berberis, viele Nelkengewächse) oder einzelne Bündel (bei manchen Palmen u. a.).

Vielfach tritt dieses Sklerenchym in enge räumliche Beziehung zu den Fibrovasalsträngen, indem es entweder vollständige Scheiden um dieselben bildet (z. B. Fig. 58, S. 60) oder dieselben wenigstens einseitig begleitet. Es ist dann oft nicht möglich, zu entscheiden, ob dieses Sklerenchym dem Stranggewebe angehört oder nicht, und es ist ja begreiflich, daß ebensogut, wie im Grundgewebe, so auch im Stranggewebe Elemente auftreten, welche die Festigkeit herstellen.

Während die bisher besprochenen Sklerenchymgewebe ein auf mehr oder minder lange Strecken zusammenhängendes System bilden, finden wir auch andere, lokalisirte Sklerenchymkomplexe, deren Elemente nicht die ausgesprochene gestreckte Faserform besitzen, so in den Stacheln und Dornen, in den harten Schalen vieler Früchte und Steinkerne, sowie auch vereinzelte oder gruppenweise vereinigte Sklerenchymelemente von kurzer Gestalt, so im Fleisch der Birnen, in vielen lederigen Blättern.

Die Sekretbehälter des Grundgewebes finden sich, abgesehen von den im Mesophyll vorkommenden Lücken und Schläuchen, vorzugsweise in den äußeren Partien, der Rinde und stehen hier in der engsten Beziehung zu den im Phloëm vorhandenen Behältern: es gilt dies insbesondere für die Milchröhren.

§ 33. **Die Hautgewebe.** Bei den niederen Pflanzen ist das Hautsystem nicht scharf geschieden vom Grundgewebe und wird eigentlich nur von den äußeren Schichten des letzteren gebildet. Bei den höheren Pflanzen ist die gewöhnliche Form des Hautgewebes die Epidermis oder Oberhaut (Fig. 55 *e*): diese überzieht die meisten einjährigen Pflanzentheile und besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, deren Zellen allseitig (mit Ausnahme der Spaltöffnungen, s. u.) ohne Zwischenzellräume zu-

sammenschließen; an manchen Pflanzentheilen (z. B. Zwiebelschalen, Begonienblättern) läßt sie sich als dünnes durchsichtiges Häutchen leicht abziehen. In einzelnen Fällen (z. B. Blätter von Ficus, Peperomia) zerfällt die ursprünglich einschichtige Epidermis in zwei oder mehr Zellschichten, von denen dann aber nur die äußerste den Charakter der eigentlichen Epidermis trägt. Zuweilen sind die Epidermiszellen nur wenig verschieden von denen der darunter liegenden Schichten, so z. B. an den Wurzeln und den Blättern mancher Wasserpflanzen; wesentliche Verschiedenheiten jedoch von dem darunterliegenden Gewebe zeigen sie bei den an der Luft wachsenden Stengeln und Blättern, wo sie meistens noch durch besondere andere Bildungen, wie Spaltöffnungen und Haare ausgezeichnet sind. Nur selten enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, hingegen öfters gelöste Farbstoffe. Ihre Form ist an stark in die Länge wachsenden Pflanzentheilen meist langgezogen, an breiten Blättern meist breit tafelförmig; sehr häufig sind die Seitenwände wellenartig gebogen, so daß die benachbarten Epidermiszellen ineinander eingreifen. Die äußerste Wandfläche ist gewöhnlich stärker verdickt, als die übrigen Wände; ihre äußerste Hautschicht ist immer cuticularisirt und heißt Cuticula; sie ist gegen die inneren Hautschichten, welche auch in verschieden hohem Grade cuticularisirt sind, scharf abgesetzt (Fig. 67) und läuft ununterbrochen über die ganze Epidermis hin; sie hat die Neigung, nach außen vorspringende Verdickungen zu bilden. Der Cuticula vieler oberirdischer Pflanzentheile sind Wachspartikelchen eingelagert, welche deren Oberfläche vor Benetzung mit Wasser schützen; öfters tritt dieses Wachs an der äußeren Fläche in Form von kleinen Körnchen, Stäbchen oder Krusten hervor und bildet dann bald einen abwischbaren, bläulichen Reif, bald aber auch größere Ansammlungen wie auf den Früchten von Myrica cerifera, den Stämmen mancher Palmen (Ceroxylon andicola und Klopstockia cerifera).

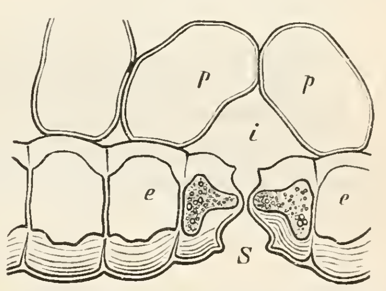


Fig. 67. Epidermis (*e*) mit einer Spaltöffnung (*S*) auf dem Querschnitt des Blattes von Hyacinthus orientalis (800); *p* Parenchym des Grundgewebes, *i* Athemhöhle (nach *Sachs*).

Die Spaltöffnungen sind Organe, welche stellenweise den Zusammenhang der Epidermiszellen unterbrechen und die Verbindung der in den Intercellularräumen und lufthaltigen Gefäßen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermitteln. Jede Spaltöffnung besteht aus zwei eigenthümlich gebauten Epidermiszellen, den Schließzellen, welche von der Fläche gesehen meist halbmondförmig sind (Fig. 68 *sz*) und zwischen sich die Spalte (*sp*) einschließen. Diese führt zu der Athemhöhle (Fig. 67 *i*), einem größeren Intercellularraume zwischen der Epidermis und dem darunterliegenden Gewebe, mit welchem die übrigen Zwischenzellräume kommuniziren. Die gesammte Spaltöffnung entsteht dadurch, daß eine junge Epidermiszelle sich in zwei Zellen, die beiden Schließzellen theilt,

welche von einer anfangs einfachen, später sich spaltenden Scheidewand getrennt werden. Durch verschiedene äußere Einflüsse wird die Spalte bald verengert, bald erweitert, was durch Formänderung der Schließzellen bewirkt wird. Die Spaltöffnungen finden sich an fast allen oberirdischen Pflanzentheilen, besonders zahlreich auf Blättern (bis 600 auf einem Quadratmillimeter), fehlen meistens an in Wasser untergetauchten und immer an den Wurzeln.

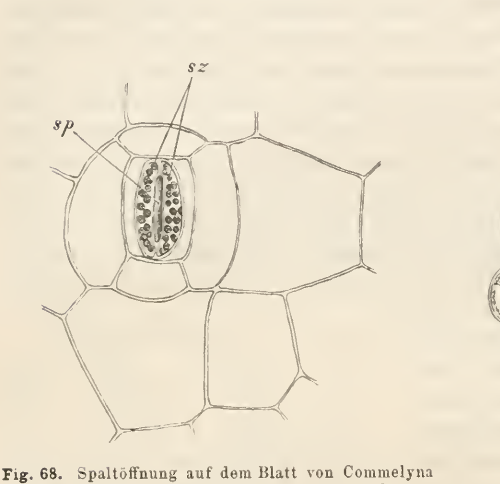


Fig. 68. Spaltöffnung auf dem Blatt von Commelyna coelestis, von der Fläche gesehen (300); *sp* Spalte, *sz* die beiden Schließzellen.

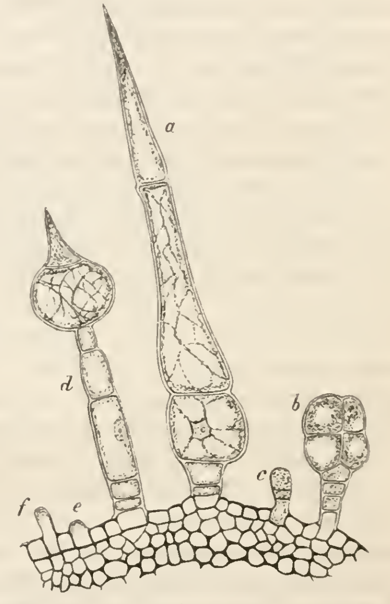


Fig. 69. Haare auf einem jungen Fruchtknoten von Cucurbita (100); *b* Köpfchenhaar, *c*, *e*, *f* junge Zustände.

Die Haare sind Produkte der Epidermis und entstehen durch Auswachsen meist einer Epidermiszelle (Fig. 69 *c*, *f*), welche einfach ohne Scheidewand bleiben kann (z. B. die Wurzelhaare, welche den sammetartigen Überzug auf jungen Wurzeln bilden, die Haare der Samenschale von Gossypium, aus welchen die Baumwolle besteht), oder sich wiederholt theilt, und eine Zellreihe erzeugt (Fig. 69 *a*, *d*): die ausgewachsene Epidermiszelle kann sich aber auch nach der Quere und Länge oder nach verschiedenen Richtungen theilen und so eine Zellfläche (z. B. die Spreuschuppen auf den Blättern der Farnkräuter) oder Zellkörper (z. B. die starken Haare auf den Früchten der Disteln und ähnlicher Pflanzen) erzeugen. Wird ein Haar nur an der Spitze zu einem Zellkörper oder schwellen die obersten Zellen stärker an, so heißt es Köpfchenhaar (Fig. 69 *b*). In manchen Fällen verschwindet der Inhalt der Haarzellen schon frühzeitig, so z. B. bei der Baumwolle, und wird durch Luft ersetzt. Die Membran verdickt sich bisweilen stark und lagert nicht selten auch größere Mengen von Kalk und Kieselsäure in sich ein. Die Brennhaare der Brenn-

nesseln und anderer Pflanzen erzeugen einen scharfen Stoff, welcher dadurch, daß die Spitze sehr leicht abbricht, in die berührende Hand gelangt.

Die Drüsen oder Sekretionsorgane der Epidermis sind dadurch ausgezeichnet, daß das Sekret (häufig von klebriger Beschaffenheit) in der Zellwand unter der Cuticula auftritt, diese abhebt und schließlich zersprengt. Es findet diese Sekretion statt häufig auf der Fläche der Epidermis (z. B. an jungen Birkenzweigen) oder auf besonderen umgrenzten Stellen der Epidermis (z. B. an den Blattzähnen von Prunus, Salix u. a., in den Nektarien der Blüthen), oder endlich sehr häufig an der Spitze von

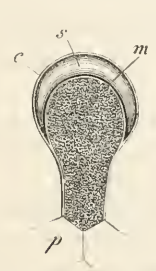


Fig. 70. Drüsenhaar von der Basis der Spreuschuppe von Aspidium Filix mas (200); *s* das Sekret, welches zwischen der inneren Wandschichte *m* und der Cuticula *c* auftritt.

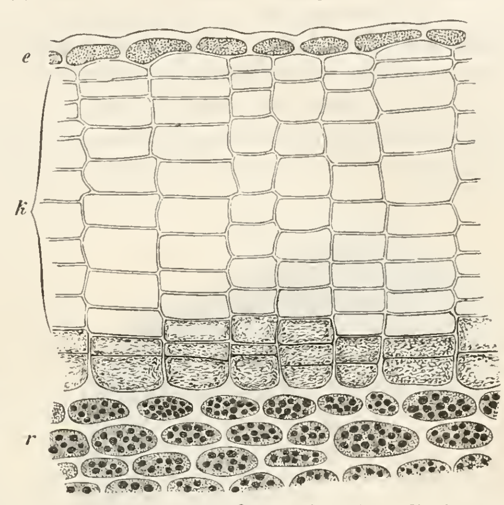


Fig. 71. Kork eines einjährigen Zweiges von Ailanthus glandulosa (Querschnitt, 350); *e* die abgestorbene Epidermis, *k* Korkzellen, innen noch theilungsfähig, als Phellogen, entstehend aus den Zellen der grünen Rinde (*r*).

Köpfchenhaaren (z. B. Primula sinensis, Aspidium, Fig. 70), solche drüsige Köpfchenhaare sind auch die Leimzotten, welche die jungen Organe in den Winterknospen der Bäume bedecken und mit ihrem Sekret die sich entfaltenden Blätter überziehen. Einigen Pflanzen speziell eigenthümlich sind die Digestionsdrüsen, welche ein zur Auflösung fremder Stoffe dienendes Sekret absondern, z. B. auf den Haaren von Drosera, s. unten Fig. 79.

An Pflanzentheilen, welche in die Dicke wachsen, wie die Stämme und Zweige der Holzpflanzen, die Kartoffelknollen, die rübenförmigen Wurzeln, vermag die Epidermis der dadurch bedingten Dehnung gewöhnlich nicht zu folgen und es entsteht, meistens zunächst aus dem Rindengewebe ein neues Hautgewebe, der Kork, auch Periderma genannt. Derselbe besteht aus tafelförmigen, rechtwinklig zur Oberfläche des Pflanzentheiles reihenweise angeordneten Zellen, den Korkzellen, deren Membranen für Wasser kaum durchdringbar, verkorkt sind, deren Inhalt bald durch Luft ersetzt wird (Fig. 71 *k*). Die Korkzellen entstehen durch tangentiale Theilungen der Zellen eines hierzu bestimmten Meristems, des Phellogens, welches häufig nach innen hin noch parenchymatische, chlorophyllreiche Zellen, das Peridermparenchym, der Rinde hinzufügt.

Nur bei sehr wenigen Holzpflanzen, der Mistel und einer Ahornart (Acer pennsylvanicum), unterbleibt die Korkbildung völlig, oder tritt (bei Evonymus) erst an mehrjährigen Zweigen auf. Gewöhnlich erfolgt sie schon an einjährigen Zweigen gegen Ende des Sommers, wodurch deren ursprünglich grüne Farbe ins bräunliche übergeht. Dieses Periderm, welches zum Ersatz der absterbenden Epidermis dient, und welches wir das primäre nennen wollen, bildet sich gewöhnlich in der der Epidermis unmittelbar angrenzenden äußersten Zellschicht der Rinde; nur selten (Salix, Pomaceen) wird die Epidermis selbst zum Phellogen, oder das Phellogen tritt in tieferen Rindenschichten (Leguminosen, Lärche Ribes), selbst erst im Phloëm auf (Weinstock). Wegen der Undurchlässigkeit der Korkzellen für Wasser müssen alle außerhalb des Periderms liegenden Gewebe vertrocknen; diese in Folge der Peridermbildung vertrocknenden Gewebe, welche somit verschiedenen Gewebesystemen angehören und die verschiedensten Zellformen enthalten können, werden als Borke bezeichnet. In den Wurzeln bildet sich das primäre Periderm stets im Pericambium; es wird folglich die gesammte, oft sehr mächtige Rinde in Borke verwandelt und abgeworfen.

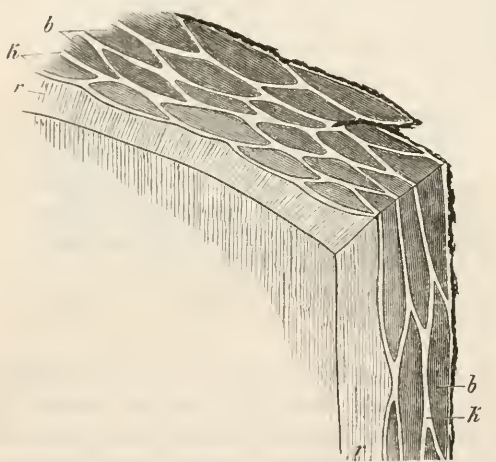


Fig. 72. Borkenbildung der Lärche an einem quer und längs durchschnittenen Rindenstück (nat. Gr.). *r* die noch lebende (sekundäre) Rinde; *K* Korklamellen; *b* die durch dieselben isolirten Borkenschuppen.

Wo das primäre Periderm in den äußeren Rindenschichten (oder der Epidermis) entsteht, bildet es mehrere Jahre hindurch die äußere Umhüllung der Zweige; es kann dabei sehr mächtig werden (z. B. an der Korkeiche) und in abwechselnd dichtere und lockerere Schichten gegliedert sein (z. B. bei der Birke, wo sich die Schichten als weiße Häutchen abziehen lassen); bisweilen (Acer campestre, Korkulme) tritt es an einzelnen Kanten der Zweige flügelartig vor. Bei wenigen Bäumen (z. B. Weißtanne) bleibt dieses primäre Periderm viele Jahre oder zeitlebens (Buche) erhalten, indem entsprechend der Dickenzunahme des Stammes die äußersten Korkzellen sich abschülfern, während das tangential sich dehnende und wachsende Phellogen neue bildet. In den meisten Fällen entstehen schon nach wenigen Jahren neue, s e k u n d ä r e Peridermlagen in tieferen Gewebeschichten, womit natürlich eine ausgiebige Borkebildung verbunden ist. Wenn die neuen sekundären Peridermlagen nur einen Theil des Umfangs einnehmen und sich mit ihren Rändern an die vorhergegangenen Peridermlagen anschließen (Fig. 72 *k*), so entsteht die S c h u p p e n b o r k e, d. h. einzelne inselartige, schuppenförmige Gewebekomplexe gehen in Borke über

(Fig. 72 *b*). Diese Borke wird durch die Dickenzunahme gedehnt und zerreißt in Folge dessen; dabei können die Borkeschuppen sich vom Stamme loslösen (Platane) oder aufeinander haften bleiben (Kiefer, Lärche) oder auch der Länge nach durch Bastfasern in Zusammenhang gehalten werden (Robinia). Wo hingegen schon das primäre Periderm in tieferen Rindenschichten auftritt, da bilden oft die sekundären Periderme lauter unter sich parallele, in sich geschlossene Ringe; es werden daher hohlzylindrische Rindenstücke in Borke verwandelt (Ringelborke). Die in diese Borke eingeschlossenen Bastfasern bedingen ihr longitudinales Zerreißen (z. B. Weinstock, Clematis, Thuja).

Wie die Epidermis Spaltöffnungen besitzt, so finden sich auch im Periderm Organe vor, welche den Zutritt der umgebenden Luft zum lebenden Rindengewebe ermöglichen; es sind dies die Lenticellen oder Rindenporen, nämlich meist kreisförmig umschriebene Stellen des Periderms, an welchen die während des Sommers gebildeten Korkzellen nicht lückenlos zusammenschließen, sondern durch Zwischenzellräume voneinander getrennt sind (Füllzellen Fig. 73 *l*). Im Winter sind die Lenticellen durch gewöhnliche Korkzellen geschlossen. Die Lenticellen sind am leichtesten wahrzunehmen an einjährigen Zweigen, wo sie im Sommer in Gestalt bräunlicher oder weißlicher Flecke an den Stellen auftreten, an welchen sich in der Epidermis Spaltöffnungen befinden. Von hier aus beginnt auch die allgemeine Korkbildung. An manchen Bäumen (z. B. Birke) werden die Lenticellen durch das Dickenwachsthum in die Breite gezogen. Wo die Korkschicht sehr mächtig ist (wie bei der Korkeiche), bilden die Lenticellen tiefe, mit pulverigen Zellenmassen erfüllte Kanäle.

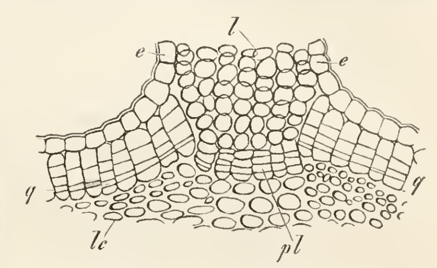


Fig. 73. Lenticelle auf einem Zweigquerschnitt von Sambucus (300); *e* Epidermis, *q* Phellogen, *l* die Füllzellen, *pl* das Phellogen der Lenticelle, *lc* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym.

§ 34. **Das Urmeristem und die Scheitelzelle.** An den Vegetationspunkten sind die bisher beschriebenen Zell- und Gewebeformen noch nicht vorhanden, hier findet sich vielmehr ein Gewebe, dessen Zellen sämmtlich theilungsfähig, protoplasmareich, mit großen Zellkernen versehen, dünnwandig sind und ohne Intercellularräume zusammenschließen, das Urmeristem oder Urgewebe. Aus diesem bilden sich allmählich die verschiedenen Gewebesysteme heraus durch verschiedene Ausbildung der anfangs gleichartigen Zellen. Die meisten Blätter, Früchte und manche andere Organe bestehen in ihrer frühesten Jugend ganz und gar aus Urmeristem, welches sich später überall in die verschiedenen Gewebeformen und -Systeme umbildet, so daß gar kein Urmeristem mehr übrig bleibt. An solchen Organen hingegen, welche ein lange andauerndes Scheitelwachs-

thum besitzen, wie die meisten Stengel und Wurzeln, bildet sich in demselben Maße, als das Urgewebe in Dauergewebe übergeht, fortwährend wieder neues Urmeristem durch Entstehung neuer Zellen dicht am Scheitel. Dieses sich fortwährend regenerirende Urmeristem gibt auch für die normal entstehenden seitlichen Bildungen das Urmeristem ab, so daß also sämmtliches Urmeristem an den zahlreichen Vegetationspunkten der Zweige und Wurzeln eines Baumes direkt von dem Urmeristem des Keimpflänzchens abstammt. Nur für adventive Bildungen findet Neubildung von Urmeristem aus älterem Gewebe statt (vergl. oben § 3). An der Wurzelspitze bildet das Urmeristem nach rückwärts die Gewebe des Wurzelkörpers, nach der entgegengesetzten Seite die Wurzelhaube, deren äußerste Zellen fortwährend abgestoßen werden.

Bei den Kryptogamen geschieht die fortwährende Bildung des Urmeristems durch Vermittelung einer einzigen, durch Größe und Form ausgezeichneten, die Spitze des Organs einnehmenden Zelle, der Scheitelzelle (Fig. 74 *v*). Aus ihr entstehen sämmtliche Zellen des Urmeristems und somit des ganzen Pflanzenkörpers dadurch, daß sie sich in bestimmter Reihenfolge in je zwei Zellen theilt, von denen die eine der ursprünglichen Scheitelzelle an Gestalt ähnlich bleibt, wächst und wieder als Scheitelzelle fungirt, während die andere, das sog. Segment, durch weitere Theilungen (*a*, *b*, *c*, Fig. 74) einen Theil des Gewebes des betreffenden Organs bildet; das ganze Gewebe desselben setzt sich aus den einzelnen nacheinander erzeugten Segmenten zusammen. Die Art der Bildung der Segmente ist bei einigen Algen sehr einfach, wo die Scheitelzelle sich bloß durch Querwände theilt, die Segmente also eine Längsreihe bilden; komplizirter ist der Vorgang, wenn die Segmente abwechselnd nach rechts und links durch schräge, aufeinanderstoßende Wände abgegliedert werden; noch komplizirter an den Stengeln der Moose und Farne, wo die Scheitelzelle die Gestalt einer umgekehrten dreiseitigen Pyramide hat und sich in bestimmter Reihenfolge an den drei Seiten durch schräge Wände theilt (Fig. 74).

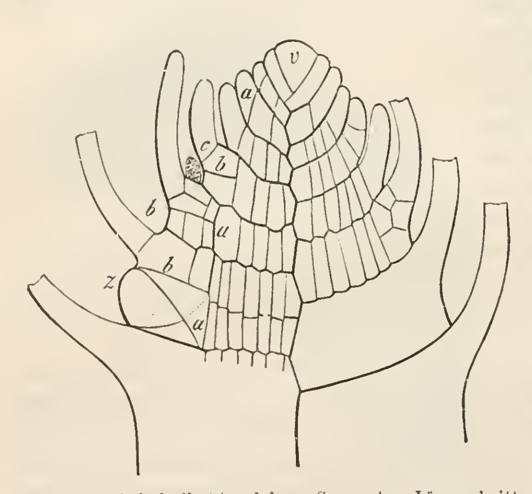


Fig. 74. Scheitelzelle (*v*) und deren Segmente. Längsschnitt durch die Stengelspitze eines Mooses, Fontinalis antipyretica (vergrößert); die aus den einzelnen Segmenten entstandenen Gewebepartien sind durch stärkere Linien umzogen (nach *Sachs*).

Die Vegetationspunkte der höheren Pflanzen dagegen, der Phanerogamen, besitzen keine Scheitelzelle, auf welche sich die Zellen des Urme-

ristems ihrem Ursprunge nach sämmtlich zurückführen ließen. Doch kann man hier, ebenso wie bei den höheren Kryptogamen, schon im Urmeristem die beginnende Sonderung in die Gewebesysteme wahrnehmen.

An allen Vegetationspunkten, mögen dieselben eine Scheitelzelle besitzen oder nicht, zeigt sich eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung der Zellen, welche darin ihren Grund hat, daß die neuen Theilungswände sich annähernd rechtwinklig an die bereits vorhandenen ansetzen.

§ 35. **Durch Verwundung veranlafste Gewebebildungen.** Die meisten Pflanzentheile besitzen die Fähigkeit, durch Verwundung bloßgelegte Gewebeschichten gegen die äußere Umgebung abzuschließen durch Wundkork, d. h. durch Bildung einer Korkschicht aus den äußersten unverletzt gebliebenen wachsthumsfähigen Zellen. Man kann dies leicht wahrnehmen an verletzten Früchten, Blättern, krautigen Stengeln, an denen die mit Kork bedeckten Wunden eine graubraune Färbung zeigen. An Kartoffelknollen läßt sich der Vorgang sehr leicht beobachten, indem jedes Stück eines lebenden Gewebes derselben, das nur vor zu raschem Austrocknen geschützt werden muß, sich an seiner ganzen Oberfläche mit einer der normalen Kartoffelschale gleich gebauten Korkschicht überzieht. — Pflanzen mit stark entwickeltem Holzkörper bilden, besonders wenn durch die Verwendung das Cambium bloßgelegt oder verletzt wurde, nicht sofort Wundkork, sondern alle an die Wunde grenzenden lebensfähigen Zellen wachsen zu einem gleichartigen parenchymatischen Gewebe aus, dem Callus. Ist die Wunde klein, so kommen die von verschiedenen Seiten hervorwachsenden Calluszellen bald in Berührung und schließen zu einer einzigen Gewebemasse zusammen, die nun an ihrer Außenfläche Kork, im Anschlusse an das alte Cambium aber eine neue, die Lücke ausfüllende Cambiumschicht erzeugt. Ist die Wunde dagegen groß, so bildet sich Kork und neues Cambium in dem Callus jedes Wundrandes und der vollständige Schluß erfolgt erst nach wiederholtem Aufreißen der einander entgegenwachsenden Calluswülste. Das durch die Verwundung bloßgelegte Holz, das sich unter dem Einfluß der Luft meist dunkel färbt, verwächst natürlich nicht mit dem aus dem neuen Cambium des Callus sich bildenden Holze; daher sind z. B. Inschriften, die in die Rinde (bis zum Holz) eingeschnitten wurden, im Holze später von der entsprechenden Anzahl von Jahresringen bedeckt, leicht aufzufinden. Ähnlich erklärt sich

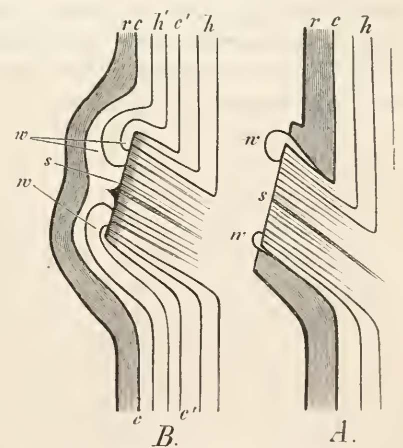


Fig. 75. Schematische Längsschnitte durch den Stamm einer Holzpflanze, *A* kurze Zeit nach Abschneiden des Seitenzweiges *s*, *B* nach Vollendung der Überwallung; *r* Rinde, *c* Cambium, *h* Holz; *c'* Stelle, an der sich zur Zeit der Verwundung des Cambium befand, *h'* das seit jener Zeit gebildete Holz, *w* der Überwallungswulst.

das Überwallen abgeschnittener Zweige, wo der Wulst anfangs ringförmig aus dem Querschnitt des Cambiums hervortritt (Fig. 75 *A*) und später kappenförmig über dem alten Holzkörper zusammenschließt (Fig. 75 *B*). Fremde Gegenstände, Pfähle, Steine, Stämme anderer Art können in das Holz des Baumes eingeschlossen, von diesem umwachsen werden, indem die durch den Druck des wachsenden Holzkörpers an den fremden Gegenstand gepreßte Rinde an dessen Seiten aufreißt und der hervorwachsende Callus um den Gegenstand herumwachsend sich schließt und neues Cambium erzeugt.

Stämme der gleichen Pflanzenart verwachsen bei gegenseitiger Berührung miteinander, indem der aus den beiderseitigen Rindenrissen hervorwachsende Callus verschmilzt und ein gemeinsames Cambium bildet. Hierauf beruhen auch die verschiedenen Arten der Veredlung, wobei Zweige oder mit Knospen versehene Rindenstücke einer Abart oder nahe verwandten Art mit ihrem Cambium in Berührung mit dem Cambium eines als Unterlage dienenden Stammes gebracht und so zur Verwachsung veranlaßt werden. —

Anhangsweise seien hier auch diejenigen Gewebebildungen erwähnt, welche mit dem spontanen Ablösen einzelner Pflanzentheile, so der Blätter der Holzpflanzen im Herbste verbunden sind. Es bildet sich hier einige Zeit vor dem Abfallen an einer bestimmt vorgebildeten Stelle eine Trennungsschicht, deren safterfüllte Zellen in einer geraden Fläche sich durch Spaltung der gemeinsamen Wand unverletzt voneinander lösen. Erst nachträglich bildet sich unter der Trennungsschicht am stehenbleibenden Theile eine Korkschicht, welche sich an die übrige Periderm-Umhüllung der Zweige anschließt. Auf dieselbe Weise werfen manche Pflanzen, so die Kiefern, die beblätterten Kurztriebe ab, manche Bäume (z. B. Eichen, Pappeln) einzelne Zweige.

Dritter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel.

Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen.

§ 36. **Aufgabe der Physiologie.** Alle in den beiden vorhergehenden Theilen geschilderten Bestandtheile des Pflanzenkörpers, die in seiner äußeren Form hervortretenden Glieder, wie die im Inneren vorhandenen Gewebeformen, stehen im engsten Zusammenhange mit den Lebensvorgängen im Pflanzenkörper; jedes äußere Glied, z. B. Blatt, Wurzel, Haar, in seinen verschiedenen Ausbildungsformen ist das Organ für eine bestimmte Verrichtung; ebenso kommen den Gewebeformen, den Tracheen, Siebröhren, der Epidermis, dem chlorophyllhaltigen Parenchym u. s. w. bestimmte Funktionen zu. Die Ausübung dieser Funktionen ist aber abhängig von äußeren Einwirkungen, durch welche die den einzelnen Organen spezifisch eigenthümlichen Arbeitsleistungen veranlaßt werden. So ist z. B. den grünen Blättern die Ausübung ihrer Funktion der Assimilation nur bei Gegenwart von Kohlensäure und einer genügenden Lichtintensität ermöglicht. Die Physiologie hat sonach nicht bloß die Aufgabe, die äußere und innere Struktur mit der Verrichtung der betreffenden Organe in Zusammenhang zu bringen, zu erkennen, durch welchen Bau die einzelnen Organe zu ihrer Funktion befähigt werden, sondern sie muß auch die äußeren Bedingungen untersuchen, welche auf die Lebensvorgänge einwirken.

§ 37. **Die Molekularstruktur in ihrer physiologischen Bedeutung.** Wie bereits oben S. 33 angegeben wurde, ist das Protoplasma der Träger aller Lebenserscheinungen; von dessen Zustand hängt Leben und Tod überhaupt ab; aber auch die Zellwände und der übrige Zellinhalt betheiligen sich selbstverständlicherweise an den Lebensvorgängen. Zu deren Verständnis

genügt indeß die Kenntnis der sichtbaren Strukturverhältnisse nicht; wir müssen vielmehr aus den der Beobachtung zugänglichen Thatsachen Schlüsse auf die Lagerung der unsichtbaren kleinsten Theilchen ziehen, worüber man zu folgendem Resultat gelangt ist. In allen organisirten Gebilden, dem Protoplasma, den Zellkernen, Membranen, Stärkekörnern u. dgl. sind die aus chemischen Verbindungen bestehenden Moleküle zu größeren, aber nicht direkt sichtbaren Komplexen, den Micellen, vereinigt, welche allseitig von Wasser umgeben werden, ohne dadurch ihren gegenseitigen Zusammenhang zu verlieren. Wird dieses Wasser durch Austrocknung entzogen, so rücken die Micellen aneinander, beim Befeuchten werden sie durch das eindringende Wasser auseinander geschoben; d. h. die organisirten Gebilde sind quellbar, imbibitionsfähig. Hierauf beruht die Diosmose, d. h. der Übertritt von Wasser und darin gelösten Stoffen von einer Zelle in die andere. Sowohl feste Körper, z. B. Salze, Zucker, als auch gasförmige, wie Sauerstoff und Kohlensäure, treten, im Imbibitionswasser gelöst, in die Zellen ein und aus diesen heraus. Zum Verständnis vieler Lebensvorgänge ist es wichtig, hier auf die allgemeinen Gesetze aufmerksam zu machen. Ein in Wasser gelöster Stoff, z. B. Zucker, diosmirt in Folge der zwischen ihm und dem Wasser bestehenden Anziehung aus einer Zelle in die benachbarte so lange über, bis Gleichgewicht hergestellt ist, d. h. bis in beiden Zellen gleicher Gehalt der Lösung vorhanden ist. Wird nun in der einen Zelle der Zucker chemisch verändert, z. B. in Stärke verwandelt, so tritt das Gleichgewicht nie ein und die Strömung in jene Zelle, in welcher er verbraucht wird, dauert so lange, als in der anderen Zucker vorhanden ist; so kommt die nach den Verbrauchsorten gerichtete Bewegung, eine von den Verbrauchsorten ausgehende Saugung zu stande, welche in gleicher Weise nicht bloß für gelöste Stoffe, sondern auch für das Imbibitionswasser selbst in Thätigkeit tritt, sobald das Gleichgewicht in der Vertheilung durch Verbrauch, sei dies Verlust durch Verdunstung, oder Einlagerung beim Wachsthum organisirter Gebilde, gestört wird. Von dem Vorhandensein dieser von den Verbrauchsorten ausgehenden Saugung überzeugt man sich in augenfälliger Weise z. B. an einer Kartoffelknolle, welche austreibt, während sie trocken liegt, somit von außen weder Wasser noch Stoffe aufnehmen kann; in demselben Maße, als der am Scheitel sich entwickelnde Trieb wächst, somit Wasser und Nahrungsstoffe verbraucht, werden die hinteren Partien der Knolle wasserärmer und schrumpfen.

Die Diosmose gelöster Stoffe geht aber nur da in der angegebenen Weise vor sich, wo das Protoplasma den gelösten Stoffen den Durchgang gestattet, was bekanntlich nicht stets der Fall ist. Schon oben S. 34 wurde darauf aufmerksam gemacht, daß das lebende Protoplasma z. B. gelöste Farbstoffe nicht durch sich hindurchgehen läßt, daß sonach nicht selten an eine Zelle mit gefärbtem eine solche mit farblosem Zellsaft angrenzt. Hierdurch kommt auch der Turgor zu stande, d. h. der Druck des Zellsaftes auf die Zellwand. Sowohl die Zellwand als das dieser anliegende Protoplasma gestatten dem von den Molekülen gelöster Stoffe angezogenen Wasser den Eintritt in den Saftraum der Zelle, welcher sich in Folge dessen zu

erweitern sucht, bis die beschränkte Dehnbarkeit der Zellwand dieser Erweiterung ein Ziel setzt. Dieser Gegendruck der elastischen Zellwand würde aber wieder ein Hinausfiltriren der Lösung veranlassen, wenn nicht das Protoplasma diesem Druck gegenüber undurchlässig wäre. Es ist somit die Zellwand durch das mit Gewalt eingedrungene Wasser gespannt und übt durch ihre Elastizität einen Druck auf den Zellsaft aus; die Zelle turgeszirt, d. h. sie ist steif, etwa wie ein aufgeblasener Kautschukballon. Der Turgor spielt eine hervorragende Rolle bei den Wachsthumsvorgängen. Durch ungleiche Dehnbarkeit der zu Geweben verbundenen Zellwände kommen Gewebespannungen zu stande, welche in Verbindung mit der Turgeszenz der einzelnen Zellen die Biegungsfestigkeit der nicht mit Sklerenchym (s. oben S. 69) versehenen Pflanzentheile bedingen, somit der jungen Theile, in welchen die Verholzung noch nicht stattgefunden hat, sowie auch saftiger Früchte, Knollen u. dgl., welche überhaupt kein Sklerenchym besitzen. Sobald denselben Wasser entzogen wird, hört die Turgeszenz auf, sie werden welk und schlaff.

§ 38. **Die äußeren Lebensbedingungen,** welche auf die Prozesse im Pflanzenkörper einwirken, sind die Wärme, das Licht, die Schwerkraft, die Elektrizität und chemische Kräfte.

Vor allem ist die Bewegung, welche wir Wärme nennen, die wichtigste Quelle lebendiger Kraft, durch welche die Lebensbewegungen hervorgerufen werden. Vor der Erörterung der Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den Wärmezuständen ist aber die Vorfrage zu erledigen, ob dem Pflanzenkörper eine Eigenwärme zukommt. Wie sich aus folgendem (s. § 49) ergeben wird, ist die Wärmebildung in der Pflanze mit wenigen Ausnahmen eine äußerst geringe; es hängt also die Temperatur des Pflanzenkörpers fast ausschließlich von jener der Umgebung ab, mit welcher sie sich zum Theil durch Leitung, zum Theil durch Strahlung ausgleicht. Da die Pflanzentheile schlechte Wärmeleiter sind, d. h. Temperaturveränderungen nur langsam stattfinden lassen, so wird bei raschen und starken Temperaturschwankungen in der Umgebung die Pflanze häufig eine andere, bald höhere, bald niedrigere Temperatur haben müssen, als gleichzeitig in der Umgebung herrscht; wenn diese letztere nur langsam schwankt, wie z. B. im Boden, im Wasser, so werden auch die dort befindlichen Pflanzentheile immer nahezu dieselbe Temperatur haben, wie die Umgebung. Was die Strahlung betrifft, so ist dieselbe bei den Pflanzen, zumal den Blättern, eine sehr wichtige Ursache der Temperaturänderung; bei klarer Luft können daher solche Pflanzentheile hauptsächlich Nachts durch Strahlung viel kälter werden als die sie umgebende Luft, worauf auch die Bildung des Thaus und Reifs beruht. Eine weitere Ursache der Abkühlung der in der Luft ausgebreiteten Pflanzentheile liegt in der Verdunstung, welche besonders am Tage dahin wirkt, die Blätter unter die Temperatur der umgebenden Luft abzukühlen.

Jeder Vorgang in der Pflanze ist an eine gewisse Temperatur gebunden, d. h. unter einem gewissen Temperaturgrade, dem Minimum, sowie

oberhalb einer gewissen Temperatur, dem Maximum, kann er nicht stattfinden. Es gilt dies für das Wachsthum, für die Assimilation, für die Bewegungen des Protoplasmas, für die Thätigkeit der Wurzeln u. s. w. Innerhalb dieser beiden Grenzen, zwischen dem Minimum und Maximum giebt es für jede Funktion, und zwar für jede Pflanze verschieden, ein Optimum, bei welchem die Funktion am intensivsten verläuft. Wenn also die Temperatur bis zum Optimum steigt, wirkt sie mit jedem Grade günstiger; steigt sie aber über das Optimum hinaus bis zum Maximum, so wirkt sie mit jedem Grade ungünstiger.

Man kann im allgemeinen annehmen, daß alle Vegetationserscheinungen unserer einheimischen Pflanzen erst bei einigen Graden über dem Eispunkt beginnen, dann bis ungefähr 25—30° C. sich an Intensität steigern, bei der genannten Temperatur ihr Optimum erreichen und bei Temperaturen über 30 bis ungefähr 45° C. wieder an Energie abnehmen, um bei etwa 50° C. ganz zu erlöschen. Bei Pflanzen heißer Klimate liegt die untere Grenze beträchtlich höher; so keimt z. B. ein Kürbissame erst bei 13° C.

Die Tödtung durch zu hohe Temperatur hängt vom Wassergehalt ab; während trockene Erbsensamen eine Stunde lang erst bis über 70° C. erwärmt, ihre Keimkraft verlieren, werden sie, mit Wasser vollgesogen, schon bei einer Temperatur von 54° C. getödtet. Die meisten Pflanzentheile ertragen keine höhere Temperatur bei länger dauernder Einwirkung als etwa 50° C. in Luft, 45° C. im Wasser.

Das Erfrieren der Pflanzen, d. h. deren Beschädigung oder Tödtung durch Kälte findet erst dann statt, wenn die Temperatur der Pflanze einige, zuweilen selbst viele Grade unter den Eispunkt sinkt, vorausgesetzt, daß die betreffende Pflanze überhaupt im stande ist zu erfrieren; denn viele werden durch Kälte überhaupt nicht getödtet, wie die Flechten, manche Moose und Pilze; es sind das gerade diejenigen, welche auch das Austrocknen ohne Nachtheil ertragen. Überhaupt sind trockene Pflanzentheile, wie die meisten Samen, die Winterknospen unserer Bäume, sehr unempfindlich, während dieselben, wenn sie mehr Wasser enthalten, so die Knospen während der Entfaltung, sowie überhaupt saftige Pflanzentheile, sehr leicht erfrieren. Setzt man einen solchen wasserreichen Pflanzentheil der Kälte aus, so tritt ein der Temperaturerniedrigung entsprechender Theil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 76), bisweilen lange Kämme, welche aus ein-

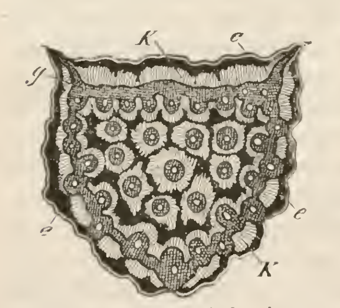


Fig. 76. Eismassen (*k*) zwischen dem zerrissenen Gewebe eines gefrorenen Artischockenblattstieles (Cynara Scolymus). Querschnitt. *g* Parenchym, in einzelne, die Fibrovasalstränge enthaltende Partien zerrissen; *e* die Epidermis. Die Hohlräume sind ganz schwarz gehalten (nach *Sachs*).

zelnen parallelen Eiskrystallen bestehen, und zwar aus fast ganz reinem Eis, da die gelösten Stoffe mit dem Rest des Wassers in konzentrirterer Lösung in den Zellen zurückbleiben. Es ist gewiß, daß diese Eisbildung an und für sich vielen Pflanzen nicht schadet; denn bei langsamem Aufthauen nehmen die Zellen das langsam abschmelzende Wasser wieder auf und kehren in ihren ursprünglichen normalen Zustand zurück. Läßt man jedoch das Aufthauen rasch vor sich gehen, so findet das plötzlich in großen Mengen abschmelzende Wasser nicht Zeit, wieder in die Zellen einzutreten sondern stagnirt in den Zwischenräumen, wodurch die Pflanzen mißfarbig werden und faulen, oder es läuft ab und verdunstet, so daß die Pflanze vertrocknet. Manche Pflanzentheile jedoch, wie z. B. Kürbis- und Georginenblätter, lassen sich auch durch langsames Aufthauen nicht vor dem Kältetod schützen; es scheint, daß hier schon der Verlust des Wassers während des Gefrierens im Zellinhalte tödtliche Veränderungen hervorruft. Ebenso leuchtet ein, daß unter besonderen Umständen, bei sehr lange andauernder Kälte, das außerhalb der Zellen zu Eis erstarrte Wasser durch Verdunstung allmählich entfernt wird, so daß es beim Aufthauen an dem zur Herstellung des normalen Zustandes nöthigen Quantum Wasser fehlt.

An Baumstämmen treten in Folge der Kälte radiale Risse, Frostspalten auf, welche bei steigender Temperatur sich wieder schließen, aber natürlich nur im Rindentheile vernarben können; sie entstehen durch ungleiche Zusammenziehung des Holzes, welche in den äußeren, wasserreicheren Theilen größer ist.

Eine eigenthümliche Wirkung übt die Kälte auf manche grüne Blätter aus; die Zweige und Blätter von Thuja, Ilex u. a. werden durch die Kälte braunroth, beim Erwärmen wieder grün; es rührt diese gewöhnlich ins Hellbraune ziehende Verfärbung von einer Umwandlung des Chlorophylls selbst her und ist nicht zu verwechseln mit der im Herbst und Winter häufig auftretenden rothen Färbung vieler Blätter, z. B. des wilden Weins, durch einen gelösten Farbstoff.

Das Licht übt spezifische Wirkungen auf den Pflanzenkörper und seine Theile aus; es sind zum Theil

1) chemische Vorgänge, welche durch das Licht und zwar vorzugsweise durch die minder brechbaren, gelben Strahlen veranlaßt werden, nämlich die Chlorophyllbildung und die Assimilation. Da letztere unten (§ 46) bei den Ernährungsvorgängen besprochen werden soll, sei hier nur über die Chlorophyllbildung angegeben, daß im Finsteren wohl die Plastiden gebildet werden, hingegen der Farbstoff sich nur unvollständig entwickelt, die Plastiden färben sich nicht grün, sondern nur gelb. Nur wenige Pflanzentheile, wie die Keimpflanzen der Nadelhölzer und die Blätter der Farne, vermögen im Finsteren zu ergrünen. Es ist jedoch nicht zu vergessen, daß die Chlorophyllbildung auch von der Temperatur abhängt und bei zu niederer Temperatur nicht erfolgt; daher können Pflanzentheile, welche im ersten Frühjahre bei kalter Witterung aus dem Boden hervorbrechen, trotz des Lichtes Tage lang gelb bleiben, bis wärmere Temperatur eintritt.

2) mechanische Wirkungen, welche vorzugsweise den brechbaren

(blauen) Strahlen zukommen. Sie äußern sich darin, daß das Längenwachsthum bei genügendem Lichtzutritt anders verläuft, als bei Lichtabschluß (s. unten § 54), sowie daß Veränderungen in der Richtung und Intensität der Beleuchtung bestimmte Bewegungen hervorrufen (s. unten § 56, 57, 60). Es ist ferner hervorzuheben, daß reizbare Pflanzentheile (s. § 55) nur dann auf Reize reagiren, wenn die Pflanze schon längere Zeit in normaler Weise dem Lichte ausgesetzt gewesen ist.

Ebenso sind die Pflanzen der Schwerkraft nicht bloß in derselben Weise, wie alle Naturkörper unterworfen, woraus sich verschiedene Einrichtungen des Baues erklären, welche das Gewicht der Pflanzentheile mit den übrigen Verhältnissen in Einklang bringen, sondern die Pflanzen besitzen eine dem Wesen nach noch nicht näher aufgeklärte Empfindlichkeit für die Richtung, in welcher die Schwerkraft auf ihre Organe einwirkt, und reagiren gegen diese Einwirkung in bestimmter Weise (s. § 60).

Über die Einwirkung der Elektrizität wissen wir nur wenig; es verdient nur Erwähnung, daß stärkere elektrische Reizungen ähnlich wie mechanische Erschütterungen wirken.

Die chemischen Kräfte äußern sich in den Ernährungsvorgängen, deren Schilderung den Gegenstand des folgenden Kapitels bildet.

Zweites Kapitel.

Die Ernährung.

§ 39. **Die Elementarstoffe der Pflanzennahrung.** Bevor wir in die Schilderung der Vorgänge eintreten, welche eine Vermehrung der Pflanzensubstanz bedingen und sich in der Aufnahme von Nahrungsstoffen, sowie in deren Umänderung innerhalb des Pflanzenkörpers äußern, ist es nöthig, sich über die chemischen Bestandtheile des Pflanzenkörpers zu orientiren. Wie bereits mehrfach erwähnt und hervorgehoben wurde, enthalten alle Pflanzentheile bedeutende Mengen von Wasser. Dessen Quantität wird durch den Gewichtsverlust bestimmt, welchen ein Pflanzentheil durch Erhitzen auf 100—110° C. erfährt: sie ist natürlich für verschiedene Pflanzentheile verschieden; reife Samen im lufttrockenen Zustande z. B. enthalten an Wasser 12—15 Prozent, krautige Pflanzen 60—80, manche Wasserpflanzen und Pilze selbst bis 95 Prozent ihres Gesammtgewichtes.

Diejenige Substanz, welche beim Erhitzen bis über 100° C. kein Wasser mehr abgiebt, die Trockensubstanz, besteht aus einer sehr großen Anzahl von Stoffen, von chemischen Verbindungen. Dieselben sind zum Theil organische, d. h. Verbindungen des Kohlenstoffs mit anderen Elementen, zum Theil anorganische. Die in der lebenden Pflanze vorkommenden organischen Stoffe enthalten sämmtlich (mit Ausnahme der oxalsauren

Salze) Wasserstoff; während einzelne, wie manche Öle, nur aus diesen beiden Elementen bestehen, enthalten die in größter Menge auftretenden Cellulose, Stärke, Zucker, sowie die Säuren, und andere Öle, außerdem noch Sauerstoff. Die Eiweißstoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; anderen stickstoffhaltigen Körpern, wie dem Asparagin, vielen Alkaloiden fehlt der Schwefel; einigen anderen Alkaloiden, wie dem Nikotin, auch der Sauerstoff.

Die organischen Verbindungen werden bei sehr starkem Erhitzen unter Luftzutritt, d. h. beim Verbrennen, in flüchtige Produkte, größtentheils Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Die unorganischen bleiben hierbei als ein weißes (oder, wenn die Verbrennung nicht vollständig vor sich geht, graues) Pulver zurück, die Asche.

Durch chemische Prozesse während der Verbrennung gelangt der Schwefel der organischen Verbindungen als Schwefelsäure in die Asche: auch die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure verbindet sich mit einigen anorganischen Stoffen; dieselbe wird daher bei einer richtigen Darstellung der Aschenzusammensetzung nicht mit in Rechnung gebracht.

Die Asche macht gewöhnlich nur wenige Prozente der Trockensubstanz aus; ein Bild von ihrer Menge und Zusammensetzung geben uns folgende Analysen von verschiedenen Pflanzentheilen:

1000 Theile der Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Chlor
Wiesenklee in der Blüthe	68,3	21,96	1,39	24,06	7,44	0,72	6,74	2,06	1,62	2,66
Weizenkörner	19,7	6,14	0,44	0,66	2,36	0,26	9,26	0,07	0,42	0,04
Weizenstroh	53,7	7,33	0,74	3,09	1,33	0,33	2,58	1,32	36,25	0,90
Kartoffelknollen	37,7	22,76	0,99	0,97	1,77	0,45	6,53	2,45	0,80	1,17
Äpfel	14,4	5,14	3,76	0,59	1,26	0,20	1,96	0,88	0,62	—
Erbsensamen	27,3	11,41	0,26	1,36	2,17	0,16	9,95	0,95	0,24	0,42

Diese Aschenbestandtheile sind keine zufällige Beimengung; sondern, wie Versuche gezeigt haben, sind gewisse anorganische Stoffe zum Leben der Pflanze unbedingt nothwendig. Diejenigen Elemente, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung braucht, welche also als Nahrungsstoffe betrachtet werden müssen, sind:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen.

Außerdem finden sich in vielen Pflanzenaschen noch, sind aber ohne Bedeutung für die Ernährung:

Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Chlor, Jod, Brom, und in seltenen Fällen noch: Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium, Baryum.

Das Fluor muß wohl auch in der Pflanzenwelt vorkommen, da es in der Zahnsubstanz der sich (mittelbar oder unmittelbar) von Pflanzen ernährenden Thiere in erheblicher Menge sich vorfindet.

§ 40. **Allgemeines über die Ernährungsvorgänge.** In welcher Form und von welchen Organen die Nahrungsstoffe aufgenommen, wie sie im Pflanzenkörper transportirt und verändert werden, soll nun im folgenden gezeigt werden. Dabei gehen wir von dem typischen Falle einer chlorophyllhaltigen Landpflanze aus, deren grüne Blätter in der atmosphärischen Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, während ihre Wurzeln im Boden sich ausbreiten und mit dem darin vorhandenen Wasser, sowie dessen festen Bestandtheilen in Berührung treten. Die Nahrungsaufnahme einer solchen Pflanze gliedert sich in zwei Abschnitte: die Bildung der organischen Substanz, die Assimilation, d. h. die Aufnahme des Kohlenstoffes, findet in den chlorophyllhaltigen Zellen, somit hauptsächlich in den Blättern statt; die Aufnahme des Wassers mit den Aschenbestandtheilen und Stickstoffverbindungen geschieht durch die Wurzeln. Das Ineinandergreifen dieser beiden Prozesse zeigt sich am deutlichsten darin, daß die assimilirenden Theile einem fortwährenden Wasserverluste durch Verdunstung ausgesetzt sind und eben dadurch ein Aufsteigen des Wassers mit den darin gelösten Stoffen von der Wurzel bis in die assimilirenden Zellen veranlaßt wird.

Pflanzen, welche im Wasser untergetaucht leben, verlieren natürlich kein Wasser durch Verdunstung; ihnen fehlt sonach diese gegen die assimilirenden Zellen hin gerichtete Wasserbewegung; sie finden in dem umgebenden Wasser alle nothwendigen Nahrungsstoffe und können diese mit ihrer ganzen Oberfläche aufnehmen.

Eine gesonderte Betrachtung (s. § 48) fordert die Aufnahme fertig gebildeter organischer Substanzen, welche bei allen chlorophyllfreien Pflanzen nothwendig erfolgen muß, aber auch bei einigen chlorophyllhaltigen Pflanzen in verschiedenartiger Weise vorkommt.

§ 41. **Die Verdunstung (Transpiration)** gewinnt dadurch, daß sie den von den Wurzeln aufsteigenden Strom von Wasser mit gelösten Nahrungsstoffen veranlaßt, hohe Bedeutung für die Ernährungsvorgänge. Jeder an der Luft befindliche Pflanzentheil, der nicht von dicken Korklagen bedeckt ist, verdunstet fortwährend Wasser an die Atmosphäre. Führt man einen beblätterten Stengel bei genügend hoher Temperatur unter eine Glasglocke ein, so beschlägt sich dieselbe mit kleinen Wassertropfen, die aus dem von der Pflanze abgegebenen Wasserdampf kondensirt werden. Die Transpiration ist natürlich desto lebhafter, je höher die Temperatur und je trockener die umgebende Luft ist. Dieser Wasserverlust wird wieder ersetzt durch andere Wassermengen, welche von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen und den transpirirenden Theilen zugeführt werden. An besonders heißen Tagen kommt es vor, daß die Blätter der Bäume, krautige Pflanzen mehr verdunsten, als ihnen durch die Wurzel nachgeschafft werden kann; sie werden welk und schlaff. Das Welkwerden tritt bekanntlich an abgeschnittenen Pflanzentheilen ein. Je nach der Organisation der Pflanze und ihrer einzelnen Theile ist die Transpiration verschieden ausgiebig. Die Stämme der meisten Holzgewächse sind durch dicke Korklagen

fast vollständig davor geschützt; gering ist die Transpiration auch bei solchen Stämmen und Blättern, die mit einer starken Cuticula überzogen sind, wie die Blätter der Agaven, die Stämme der Cacteen und ähnlicher Pflanzen. Dieselben welken auch abgeschnitten nur sehr wenig und gedeihen in einem sehr trockenen Boden. Einen Schutz gegen zu großen Wasserverlust der assimilirenden Zellen bildet auch der in der Epidermis stets vorhandene Wasservorrath, welcher bei einigen Pflanzen, wie Ficus, Peperomia, welche auffallend große wasserreiche Zellen an der Blattoberfläche besitzen, bedeutende Quantitäten erreicht.

Da die Cuticula für Wasser nur sehr wenig durchgängig ist, so ist auch die Verdunstung an der freien Außenfläche der Blätter nur von ganz untergeordneter Bedeutung und kommt für die wichtige Rolle, welche die Verdunstung im Lebensprozeß der Pflanzen spielt, gar nicht in Betracht. Die Verdunstung findet in ausgiebigster Weise von den Zellen des Blattgewebes gegen die luftführenden Intercellularräume hin statt. Da nun diese durch die Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung stehen, so sind letztere die Regulatoren der Verdunstung; sind sie geschlossen, so wird die Binnenluft sich bald mit Wasserdampf sättigen und dadurch die weitere Verdunstung hindern. Bei geöffneter Spalte kann sich dagegen die Binnenluft mit der umgebenden Luft ausgleichen und wird sich daher nie vollständig mit Wasserdampf sättigen, somit fortdauernde Verdunstung ermöglichen. Wie bereits oben (S. 72) angedeutet, wird das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen durch äußere Einwirkungen veranlaßt, und zwar in der Weise, daß unter dem Einflusse des Sonnenlichts der Turgor der Schließzellen erhöht wird. Durch die eigenthümliche Gestaltung ihrer Wand wird dadurch eine Formänderung der Schließzellen in dem Sinne herbeigeführt, daß die Spalte sich erweitert; bei abnehmendem Turgor schließt sie sich wieder. Somit ist die Transpiration der chlorophyllhaltigen Zellen unter denselben äußeren Bedingungen am lebhaftesten, unter welchen, wie wir unten sehen werden, auch ihre assimilirende Thätigkeit am ausgiebigsten ist.

§ 42. **Die Wasserströmung im Holz.** Das durch die Verdunstung abgegebene Wasser wird den chlorophyllhaltigen Zellen zunächst aus den rückwärts angrenzenden Geweben, den Fibrovasalsträngen, ersetzt und in letzter Instanz von den Wurzeln her den transpirirenden Theilen zugeführt. Daß die Bahn, in welcher dieser aufsteigende Wasserstrom sich bewegt, der Holzkörper ist, läßt sich leicht durch den Versuch des Ringschnitts an einem Stamm mit einheitlichem Holzkörper darthun. Wird ein Ring der Rinde entfernt, so daß also in dieser die Leitung unterbrochen ist, so werden die Blätter nicht welk, so lange das Holz erhalten bleibt. Durch die Aufsaugung farbiger Lösungen, z. B. von Anilin, im Holze wird hingegen nichts über das Aufsteigen des Wassers bewiesen; denn der Farbstoff lagert sich z. B. auch in den verholzten Wänden isolirter Sklerenchymelemente ein. Daß die verholzten Elemente des Xylems diese Wasserleitung vermitteln, wird auch noch durch die Thatsache bestätigt, daß unterge-

tauchte Wasserpflanzen, welche ja nicht transpiriren, auch der verholzten Elemente im Xylem entbehren. Ebenso welken selbst bei reichlicher Wasserzufuhr solche Pflanzen, welche aus einem Aufenthalt in feuchter Luft in trockene Luft verbracht werden; der unter dem Einfluß geringerer Transpiration gebildete schwache Holzkörper reicht für den Transport einer größeren Wassermenge nicht aus.

Das im Holzkörper aufsteigende Wasser bildet aber nicht etwa kontinuirlich zusammenhängende Wassermassen in den Tracheen, sondern im Innern der Tracheen, Tracheiden und Libriformfasern findet man zur Zeit der lebhaftesten Verdunstung nur einzelne, durch verdünnte Luft voneinander getrennte Wasseransammlungen; die Kraft, welche, der Schwerkraft entgegen, das Wasser bis in die Krone der höchsten Bäume emporzieht, kann nur in der Anziehung der Micellen der Zellwandungen zum Imbibitionswasser gesucht werden, und es ist die Hypothese, daß das zum Ersatz der Transpiration dienende Wasser sich innerhalb der Wände der Holzelemente bewegt, nicht nur die einzige, welche mit allen Forderungen der Physik in Einklang steht, sondern schließt sich auch unmittelbar daran an, daß die ganze Bewegung durch eine Störung des Gleichgewichts in der Wasservertheilung, veranlaßt durch die Verdunstung, hervorgerufen wird.

Die abgeschnittenen Stengel vieler stark transpirirender Pflanzen welken sehr leicht und nehmen auch, in Wasser gestellt, nur sehr langsam wieder Wasser auf: es rührt dies daher, daß durch das Abschneiden an der Luft die Leitungsfähigkeit des Holzes an der Schnittfläche beeinträchtigt wird; schneidet man das untere Ende dann unter Wasser weg, so steigt das Wasser alsbald in die Höhe und die oberen Theile werden wieder straff.

§ 43. **Der Wurzeldruck.** Das Wasser, welches durch die von den transpirirenden Flächen ausgehende Saugung im Holzkörper emporsteigt, wird durch die Wurzeln in unten (§ 44) näher zu besprechender Weise aufgenommen. Diese Thätigkeit der Wurzel ist aber unabhängig vom Verbrauche. Es kann daher der Fall eintreten, daß die Wurzel größere Quantitäten Wasser aus dem Boden aufnimmt, als ihr durch die im Holzkörper wirksame Saugung abgenommen wird. Infolge dessen füllen sich die Tracheen mit Wasser, welches von der Wurzel hinaufgepreßt wird und aus etwa vorhandenen Wunden ausfließt. So erklärt sich die bekannte Thatsache, daß beschnittene Weinreben im Frühjahr bluten, d. h. aus den Schnittflächen Wasser ausscheiden; bei genauerer Betrachtung zeigt sich deutlich, daß dieses Wasser vorzugsweise aus den Öffnungen der großen Tracheen austritt. Ein ähnliches Bluten beobachtet man auch bei mehreren Bäumen, z. B. Birke und Ahorn, sowie bei allen kräftig wachsenden, mit starken Wurzelsystemen versehenen holzbildenden Stauden; schneidet man eine Sonnenrose oder eine Tabakspflanze einige Centimeter über der Erde ab und schützt die Schnittfläche vor Verdunstung, so beginnt nach einiger Zeit das Ausfließen von Saft aus der Schnittfläche, welches, wenn dieselbe vor Verdunstung geschützt ist, selbst mehrere Tage lang anhält. Dieses

Wasser wird mit so bedeutender Kraft hinaufgepreßt, daß es bisweilen einer Quecksilbersäule von ansehnlicher Höhe bedarf, um diesem Wurzeldruck das Gleichgewicht zu halten. Dieser Wurzeldruck verursacht auch bisweilen Ausscheidung von Wassertropfen an bestimmten Stellen der Pflanze, so an der Blattspitze vieler Araceen, sehr schön an den Zähnen des Blattes von Alchemilla vulgaris, wo die Erscheinung fast an jedem Sommermorgen zu beobachten ist, aber gewöhnlich mit dem Thau verwechselt wird. Bei trockener Luft wird die Bildung von Tropfen an den betreffenden Stellen dadurch verhindert, daß das emporgepreßte Wasser sofort verdunstet.

Bei krautigen Pflanzen enthält das von der Wurzel herausgepreßte Wasser fast nur einige Salze in Lösung, bei der Rebe und einigen Bäumen aber gewöhnlich auch organische Stoffe, besonders Zucker.

Diese Bewegung des Wassers infolge des Wurzeldrucks findet im Frühjahre, überhaupt zur Zeit des kräftigsten Wachsthums statt. An Pflanzen, welche vorher stark transpirirt haben, tritt nach Durchschneidung des Stammes kein Wasser aus dem Wurzelstock hervor, sondern erst nach mehr oder minder langer Zeit, wenn die Wurzeln wieder neues Wasser aufgenommen haben; es zeigt dies zunächst, daß der Wurzeldruck bei stark transpirirenden Pflanzen gar nicht vorhanden sein kann, und folglich, daß er zum Ersatz des transpirirenden Wassers nicht mitwirkt.

Dem Wesen nach ganz verschieden hiervon ist das sog. Bluten abgeschnittener Holzstücke, welche im Winter oder zeitigen Frühjahr in warme Luft verbracht werden; der hier erfolgende Wasseraustritt geschieht lediglich infolge der bei steigender Temperatur eintretenden Ausdehnung der Luftblasen, welche sich zwischen dem Wasser in den Elementen des Holzes befinden; bei sinkender Temperatur wird durch Zusammenziehung der Luft wieder Wasser eingesogen.

§ 44. **Die Aufnahme des Wassers und der Nährstoffe aus dem Boden** geschieht durch die Wurzeln, bei den wurzellosen Pflanzen durch Haare, Sprosse oder Thalluszweige, welche deren Stelle vertreten. An den Wurzeln sind es die Epidermiszellen und deren Haare (Fig. 77 *h*), welche mit den Bodentheilchen und dem diesen adhärirenden Wasser in Berührung kommen. Einige Nährstoffe sind in diesem Wasser des Bodens gelöst und gelangen unmittelbar mit diesem durch Diffusion in die Wurzelzellen; andere werden durch den sauren Saft, der in den Wurzelzellen enthalten ist und auch deren Membranen durchtränkt, zersetzt und gelangen als Salze organischer Säuren in die Pflanze; läßt man Wurzeln über polirte Marmorplatten hinwachsen, so wird an den Stellen, welche unmittelbar von den Wurzeln berührt werden, der kohlensaure Kalk zersetzt und man erhält so einen Abdruck des ganzen Wurzelsystems auf der Platte. Eine dritte Gruppe von Nährstoffen endlich wird im Boden auf eigenthümliche Weise festgehalten, so daß sie durch Wasser nicht ausgewaschen, wohl aber von der Pflanze aufgenommen werden können; sie sind im Boden

absorbirt. Deren Aufnahme, so wie die der in fester Form vorhandenen Stoffe, wird der Pflanze hauptsächlich dadurch ermöglicht, daß die Wurzelhaare mit den Bodentheilchen aufs innigste verwachsen; zieht man eine kräftig wachsende Pflanze aus dem Boden, so sind diejenigen Wurzelstücke, welche mit Haaren überzogen sind (nicht die Spitzen und nicht die ältesten Theile), dicht von Erdpartikelchen eingehüllt, welche ohne Zerreißung der Haare nicht abgetrennt werden können. Dadurch, daß die Wurzelhaare in einer bestimmten Entfernung von der Wurzelspitze entstehen und später wieder absterben, während hinter der fortwachsenden Spitze wieder neue erscheinen, rückt der der Nahrungsaufnahme dienende Theil der Wurzel im Boden fortwährend weiter. Die Bedeutung der Wurzelhaare zeigt sich auch darin, daß eine frisch versetzte Pflanze längere Zeit welk bleibt, da die Wurzeln erst dann wieder hinreichende Mengen von Wasser aufzunehmen vermögen, wenn sie durch neu gebildete Haare wieder mit den Bodentheilchen verwachsen sind.



Fig. 77. Wurzelhaare (*h*) an der Hauptwurzel (*w*) einer in Wasser erwachsenen Keimpflanze des Buchweizens, Polygonum Fagopyrum, *hc* hypocotyles Glied, *c* Cotyledonen.

Die aufnehmende Thätigkeit der Wurzel ist, wie alle Lebensvorgänge, auch von der Temperatur abhängig; wird z. B. der Boden zu stark abgekühlt, so wird diese dadurch gelähmt, und die Pflanze welkt.

Die Stengel und Blätter sind nicht im stande, mit unverletzter Außenfläche erhebliche Quantitäten Wasser oder Wasserdampf aufzunehmen: die Beobachtung, daß welke Pflanzen nach Benetzung mit Thau oder Regen oder an feuchten Abenden straff werden, erklärt sich einerseits durch die größere Wasseraufnahme aus dem befeuchteten Boden, andrerseits durch die verminderte Transpiration bei feuchter Atmosphäre.

§ 45. **Die aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe** wandern mit dem im Holzkörper aufsteigenden Wasser in gelöster Form in die oberirdischen Pflanzentheile. Es sind dies mit Ausnahme des Kohlenstoffs sämmtliche oben S. 85 genannte Nahrungsstoffe, und zwar zunächst die sich in den Aschenbestandtheilen findenden Elemente in der Form von schwefelsauren, phosphorsauren, Kali-, Kalk-, Magnesia- und Eisensalzen. Von der Rolle dieser Nahrungsstoffe wissen wir nur so viel, daß zunächst die schwefelsauren und phosphorsauren Salze zur Bildung von Eiweißstoffen und ähnlichen Verbindungen unbedingt nothwendig sind; mit der Aufnahme des Schwefels in Form von schwefelsaurem Kalk läßt sich wahrscheinlich die Bildung der Krystalle von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang bringen, indem der aus dem Boden aufgenommene schwefelsaure Kalk durch die Oxalsäure zersetzt, der unlösliche oxalsaure Kalk ausgeschieden und

die Schwefelsäure noch weiter zersetzt wird. Die Kalisalze verrathen eine nähere Beziehung zu den Kohlehydraten, da sie hauptsächlich in solchen Pflanzentheilen getroffen werden, welche reich an Stärke, Zucker u. dgl. sind, wie die Kartoffeln, Runkelrüben, Weintrauben. Über die Rolle der Kalk- und Magnesiasalze ist nichts bekannt; hingegen wissen wir, daß das Eisen, wenn es auch nur in geringen Mengen angetroffen wird, unumgänglich nothwendig zur Entstehung des Chlorophyllfarbstoffs ist. Pflanzen, welche sorgfältig ohne Eisen erzogen werden, bilden nach Erschöpfung ihres eigenen Eisenvorraths weiße Blätter; diese, chlorotisch oder bleichsüchtig genannt, erhalten ihre grüne Färbung unter Chlorophyllbildung alsbald, wenn man dem Boden Eisen zusetzt oder auch nur ihre Oberfläche mit einer sehr verdünnten Eisenlösung bestreicht.

Der Stickstoff, bekanntlich ein wesentlicher Bestandtheil der Eiweißstoffe, entstammt ebenfalls dem Boden, und zwar sind es salpetersaure Salze und Ammoniakverbindungen, welche von der Wurzel aufgenommen werden; der freie Stickstoff, obwohl sehr reichlich in der Atmosphäre vorhanden, wird nicht aufgenommen; eine Pflanze, deren Wurzeln keine Stickstoffverbindungen zugänglich sind, geht zu Grunde.

Die hier in Kürze mitgetheilten Resultate über die Nothwendigkeit der aus dem Boden stammenden Nahrungsstoffe ergeben sich weniger aus den ihre allgemeine Verbreitung darthuenden Analysen von Pflanzenaschen, als vielmehr wesentlich aus Kulturversuchen mit künstlichen Nährstofflösungen. Fehlt in einer Nährstofflösung, welche übrigens nur wenige pro mille feste Substanz enthalten darf, nur ein einziger der für das Leben der Pflanze nothwendigen Elementarstoffe, so kann die Pflanze ihre normale Entwickelung nicht erreichen. Die für die Pflanze nothwendigen Elementarstoffe sind beispielsweise in beiden folgenden Nährstofflösungen, aber auch in anderen ebenfalls möglichen in geeigneter Form enthalten:

1.	2.
Salpetersaurer Kalk.	Salpetersaurer Kalk.
Salpetersaures Kali.	Salpetersaures Ammoniak.
Saures phosphorsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
Schwefelsaure Magnesia.	Phosphorsaure Magnesia.
Phosphorsaures Eisen.	Eisenchlorid.

Der Umstand, daß eine solche Nährstofflösung in Folge der Kultur ihre Zusammensetzung verändert, somit häufig erneuert werden muß, zeigt, daß die Pflanze nicht alle Stoffe in gleicher Menge aufnimmt; ebenso ergeben die Analysen von verschiedenen Pflanzen, welche im Freien auf demselben Substrate erwachsen sind, doch gewöhnlich eine verschiedene Zusammensetzung ihrer Asche. Dieses Verhalten, welches man als Wahlvermögen bezeichnet hat, erklärt sich daraus, daß je nach der Natur der Pflanzen die verschiedenen Stoffe in verschiedener Menge verbraucht werden und nach den Diffusionsgesetzen je nach dem Verbrauche auch die in die Pflanzenwurzel eintretende Quantität verschieden ist.

Die Nothwendigkeit gewisser Aschenbestandtheile für das Leben der

Pflanze ist eine Thatsache, die für die Landwirthschaft hervorragende Bedeutung gewonnen hat. Alle Aschenbestandtheile und die Stickstoffverbindungen werden jährlich durch die Ernte in bedeutenden Mengen von den Feldern hinweggeführt. Diejenigen, welche im Boden in verhältnismäßig geringer Menge vorkommen, wie Phosphorsäure, Kali und Stickstoffverbindungen, müssen wieder ersetzt werden, und dieser Ersatz ist die Aufgabe der Düngung.

Die oben erwähnte Methode der Wasserkulturen hat auch gelehrt, daß eine Anzahl von Elementen, welche theils häufiger, theils seltener in den Pflanzenaschen gefunden werden, für deren normale Existenz nicht nothwendig sind; es gilt dies zunächst für das Natrium, welches ohnehin allgemein verbreitet ist, ferner für das Chlor, für Zink und Kupfer, welche von Pflanzen aus einem daran sehr reichen Boden aufgenommen werden, für Lithium, das sich in der Asche mancher Tabakssorten findet, für Jod und Brom, die in vielen Meerespflanzen, besonders Algen, vorkommen und aus diesen gewonnen werden.

Nächst dem Natrium ist von diesen unwesentlichen Aschenbestandtheilen am weitesten die Kieselsäure verbreitet, welche in den Zellwänden mancher Pflanzen, wie der Diatomeen, Equiseten, vieler Gräser u. a., in besonders großer Menge abgelagert ist. Es erfolgt diese Anhäufung aber erst mit zunehmendem Alter der Organe; hieraus geht hervor, daß sie mit den chemischen Vorgängen der Ernährung unmittelbar kaum in Zusammenhang steht. Außerdem hat man Pflanzen, die sonst reich daran sind, zu anscheinend normaler Entwickelung gebracht, auch ohne daß sie Kieselsäure aufnehmen konnten.

§ 46. **Die Aufnahme des Kohlenstoffs (Assimilation).** Das Material, aus welchem die chlorophyllhaltige Pflanze ihren Kohlenstoff bezieht, ist einzig und allein die Kohlensäure der atmosphärischen Luft (oder für Wasserpflanzen auch die im Wasser enthaltene Kohlensäure), welche unter der Einwirkung des Lichts von den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzt wird. Setzt man eine Wasserpflanze (z. B. ein abgeschnittenes Blatt von Potamogeton natans oder ein Stengelstück der Wasserpest, Elodea canadensis) in kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man alsbald, daß aus der Schnittfläche des Stengels oder Blattstiels in regelmäßigen Zwischenräumen Gasblasen aufsteigen (Fig. 78). Dieselben bestehen aus Sauerstoff. Die Kohlensäure wird nämlich in den Chlorophyllkörnern in der Weise zersetzt, daß ein Theil ihres Sauerstoffs an die Atmosphäre zurückgegeben wird, der Rest aber sich mit den Elementen des Wassers verbindet zu organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff,

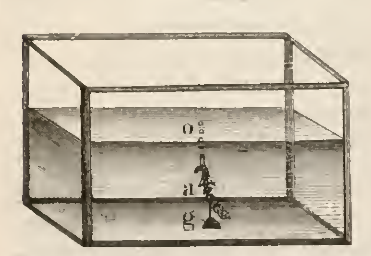


Fig. 78. Sauerstoffausscheidung einer Wasserpflanze (Elodea canadensis); *a* der abgeschnittene Stengel, *g* ein Gewicht, das den Stengel in aufrechter Stellung hält, *o* die aus der Schnittfläche aufsteigenden Gasblasen.

Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Menge, als er in der Kohlensäure (CO_2) vorhanden ist. Da fast sämmtliche Nahrungsstoffe der Pflanze (nicht bloß die Kohlensäure) sehr sauerstoffreiche Verbindungen sind, zum größten Theil sogar von höchstmöglichem Sauerstoffgehalt, die in der Pflanze erzeugten Stoffe aber alle arm an Sauerstoff, zum Theil sogar sauerstofffrei sind, so geht hieraus schon mit Nothwendigkeit hervor, daß bei der Ernährung der Pflanzen große Mengen von Sauerstoff abgeschieden werden müssen. Die erste organische Verbindung, welche wir als Produkt der Assimilation nachweisen können, ist bei den meisten Pflanzen die Stärke ($C_6H_{10}O_5$), welche in Form kleiner Körnchen in den Chlorophyllkörnern auftritt; seltener findet sich dort an deren Stelle Zucker oder fettes Öl. Außer einer gewissen Temperatur ist die Mitwirkung des Lichts bei diesem Prozesse unentbehrlich; im Dunkeln wird kein Sauerstoff ausgeschieden und ebensowenig ist die Bildung der Stärkeeinschlüsse in den Chlorophyllkörnern beobachtet; von den einzelnen Strahlen, welche das weiße Sonnenlicht zusammensetzen, sind die minder brechbaren, besonders die gelben, die wirksamsten. Das Organ der Pflanzen für die Assimilation sind die chlorophyllreichen Theile, insbesondere die Laubblätter.

Auf anderem Wege wird von den grünen Pflanzen kein Kohlenstoff assimilirt; außer diesem Vorgange kennen wir in der Natur überhaupt keine Umwandlung der Kohlensäure in sauerstoffärmere organische Verbindungen, es stammt daher sämmtlicher Kohlenstoff, auch in den organischen Verbindungen des thierischen Körpers, aus der in den Chlorophyllkörnern zersetzten Kohlensäure.

§ 47. **Der Stoffwechsel.** Die durch die Assimilation in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stoffe, in der bei weitem größten Mehrzahl der Pflanzen also die Stärke, sind das Material, von welchem die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze ausgeht; es geschieht dies unter Mitwirkung der aus dem Boden aufgenommenen Stickstoffverbindungen und Mineralbestandtheile sowie des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Stärkekörner (oder die äquivalenten Stoffe) werden immer wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt; bei normalem Leben der Pflanze am Licht überwiegt die Neubildung über den Verbrauch; daher findet man die Stärkeeinschlüsse regelmäßig in den Chlorophyllkörnern; bringt man aber eine Pflanze in Dunkelheit, so verschwinden die Stärkekörnchen nach und nach vollständig.

Von den Stoffen, die in der Pflanze erzeugt werden, sind diejenigen von hervorragender Bedeutung, aus welchen die Substanz der Membranen und des Protoplasmas gebildet wird; sie werden als Baustoffe bezeichnet.

Die Membranen bestehen aus Cellulose, welcher die Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ zukommt; die Untersuchung hat gezeigt, daß Stärke, Zucker, Inulin (welche eine ähnliche Zusammensetzung haben) und die Fette das Material für die Bildung der Cellulose liefern, also die Baustoffe der Membranen sind.

Das Protoplasma besteht wesentlich aus Eiweiß-(Protein-)stoffen; dieselben enthalten alle Stickstoff und Schwefel; solche Eiweißstoffe und andere stickstoffhaltige Verbindungen, wie das Asparagin, sind die Baustoffe für das Protoplasma und die ihm angehörigen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Siebröhren die Organe sind, in welchen aus der von den chlorophyllhaltigen Zellen gebildeten Stärke und den von der Wurzel aufgenommenen Stickstoffverbindungen Eiweißstoffe erzeugt werden.

Die durch die Assimilation erzeugten Baustoffe werden von den Assimilationsorganen, den Blättern, nach den Verbrauchsorten hin fortgeleitet; solche Verbrauchsorte sind zunächst alle wachsenden Theile, so die jungen Triebe der Stengel und Zweige, ebenso auch die weiter wachsenden Wurzeln. Bei den Holzpflanzen wird ein Theil der assimilirten Substanz zur Holzbildung verwendet und wandert dem entsprechend von der Krone gegen den Stamm eines Baumes zu; von der Quantität der assimilirten Substanz, somit auch von der Anzahl der Blätter, Äste und Zweige, hängt die Menge des sich bildenden Holzes ab, welche indeß nicht nach der Jahresringbreite allein, sondern dem Zuwachs, d. h. dem Flächeninhalt der Jahresringe, zu beurtheilen ist. Bäume, welche bis zur Basis mit blättertragenden Ästen besetzt sind, haben natürlich in ihren unteren Theilen mehr Material zur Holzbildung zur Verfügung, als in den oberen, daher ist die Form des Stammes dann nach oben stark konisch verjüngt, während lange astfreie Stämme sich der zylindrischen Form nähern.

Die Baustoffe werden aber nicht alle sogleich weiter verbraucht, sondern ein mehr oder minder großer Theil wird zeitweilig abgelagert, zuweilen auch für längere Zeit in besonderen Organen angehäuft, um erst später verbraucht zu werden; diese sind die Reservestoffe. Solche Organe, Reservestoffbehälter, sind alle Samen, welche fast immer außer dem Keimpflänzchen auch die für dessen erste Entwickelung nöthige Nahrung enthalten, ferner die Knollen und verdickten Wurzeln (wie Kartoffeln, Dahlienknollen, Rüben), überhaupt die ausdauernden Theile mehrjähriger Pflanzen, bei den Stauden die Rhizome, bei den Bäumen und Sträuchern gewisse Gewebepartien der Äste und des Stammes, bei den immergrünen Gewächsen auch die Blätter selbst.

Die Kartoffelknolle z. B. enthält bekanntlich große Mengen von Stärke; wenn deren Knospen zu Trieben und neuen Pflanzen auswachsen, verschwindet die Stärke in demselben Maße, als neue Zellmembranen gebildet werden; in derselben Weise wird die Stärke der Getreidesamen, der Rohrzucker der Runkelrübe, das Inulin der Dahlienknollen, das fette Öl der Samen von Raps, Kürbis, Sonnenrose u. v. a. verbraucht, um die Membranen der neuen Pflanze zu bilden. Gewisse Zellschichten, besonders die Markstrahlzellen der Bäume, enthalten im Winter viel Stärke, welche beim Heranwachsen der neuen Triebe im Frühjahre aufgelöst und verbraucht wird. Auch Cellulose selbst findet sich als Reservestoff in den Samen der Dattel und anderer Palmen; die starken Verdickungen der Endosperm-

zellen werden bei der Keimung aufgelöst und dienen zum Wachsthum der Keimpflanze.

Die oben § 20 beschriebenen Proteinkörner sind die Form, in welcher die eiweißartigen Stoffe als Reserve im Samen niedergelegt sind.

Läßt man die Samen im Dunkeln keimen oder die Triebe aus anderen Reservestoffbehältern, wie Kartoffeln u. dgl., im Dunkeln sich entwickeln, so kann keine Assimilation stattfinden und sämmtliche neugebildete Zellen sind auf Kosten der Reservestoffe herangewachsen; welchen Grad von Entwickelung eine solche im Dunkeln wachsende Pflanze erreicht, hängt von der Ausgiebigkeit der Reservenahrung ab, welche je nach den Pflanzenarten verschieden ist. Aus dem winzigen Samenkorn des Tabaks z. B. wächst im Dunkeln eine nur sehr kleine Keimpflanze heran, während die Kartoffelknolle, die Runkelrübe mächtige Pflanzen ernähren können.

Die als Reservenahrung abgelagerten Baustoffe werden durch Fermente in lösliche Verbindungen umgewandelt und gehen eine Reihe von Umwandlungen ein, bis sie ihr Endziel, die Cellulose oder die Eiweißstoffe des Protoplasmas, erreicht haben. Die Baustoffe der Membranen, mögen sie nun als Stärke, Rohrzucker, Inulin, fettes Öl oder Cellulose abgelagert sein, werden immer zum Theil in Traubenzucker verwandelt, dessen Lösung in den Parenchymzellen mittelst Diffusion an die Verbrauchsorte, die Bildungsstätten der neuen Zellen hingeleitet wird; sehr häufig findet außerdem in den leitenden Geweben, vorzugsweise in den Strangscheiden, vorübergehende, *transitorische* Stärkebildung statt.

Die Zwischenprodukte der eiweißartigen Reservestoffe sind wenig bekannt; ein großer Theil derselben wandert in den dünnwandigen langgezogenen Zellen des Phloëms; bei einigen Pflanzen tritt als Zwischenprodukt Asparagin auf, welches im Parenchymgewebe fortgeleitet wird.

In derselben Weise, wie die Stärke der Reservestoffbehälter, wird die Stärke aus den Chlorophyllkörnern den Verbrauchsorten zugeleitet, zum Theil, um sofort zum Wachsthum neuer Organe verwendet zu werden; zum Theil, um in den Reservestoffbehältern in einen der oben angeführten Stoffe sich umzuwandeln und aufbewahrt zu werden.

In den Pflanzen findet sich noch eine große Anzahl anderer Kohlenstoffverbindungen, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zum Aufbau der neuen Zellen stehen; es sind dies *Nebenprodukte* des Stoffwechsels, welche zum Theil als nothwendige Zersetzungsprodukte bei der Umwandlung der Baustoffe entstehen, theils aber andere noch vielfach unbekannte Funktionen zu verrichten haben. Solche Nebenprodukte sind die Gerbstoffe, Farbstoffe, Säuren, Alkaloide, flüchtigen Öle u. s. w. Dieselben bilden sich auch aus den Reservestoffen, welche somit niemals vollständig zum Aufbau neuer Organe verwendet werden.

Die *Degradationsprodukte* endlich sind Endglieder des Stoffwechsels, welche im Organismus keine weitere Verwendung erfahren und aus den organisirten Bestandtheilen entstehen. Dahin gehören die meisten Gummiarten; das Tragantgummi z. B., welches von mehreren Astragalusarten ausgeschieden wird, läßt noch die Organisation der Zellhäute, die

aber sehr quellungsfähig geworden sind, erkennen; das Kirschgummi entsteht ebenfalls durch Verflüssigung von Zellhäuten, ist aber in Wasser nicht löslich; das arabische Gummi endlich, welches von Akazien abstammt, besteht aus so weit veränderten Membranen, daß es wirklich in Wasser löslich ist.

§ 48. **Die Aufnahme organischer Nahrungsstoffe.** Da nach dem oben § 46 Gesagten das chlorophyllhaltige Protoplasma das Organ für die Bildung organischer Substanz ist, so leuchtet ein, daß diejenigen Pflanzen, welche kein Chlorophyll besitzen, auch keine organische Substanz erzeugen können, sondern dieselbe fertig gebildet aufnehmen müssen; solche chlorophyllfreie Pflanzen sind z. B. sämmtliche Pilze, von höheren Pflanzen Cuscuta, Orobanche, Monotropa, Neottia u.a.; wenn auch in einigen der zuletzt genannten geringe Mengen von Chlorophyll nachgewiesen wurden, so kommen diese für die Ernährung der betreffenden Pflanzen doch nicht in Betracht. Die fertig gebildeten organischen Verbindungen entnehmen nun die chlorophyllfreien Pflanzen entweder anderen lebenden Pflanzen oder Thieren, oder todten Resten von Organismen. Die Pflanzen mit ersterer Lebensweise heißen Schmarotzer oder Parasiten, sie sind meistens an ganz bestimmte Nährpflanzen gebunden, so z. B. die Orobanchen, Rostpilze, besitzen besondere Organe und Einrichtungen, um mit dem Gewebe der Nährpflanze in Verbindung zu treten, so z. B. die Saugwurzeln der Cuscuten, und verursachen gewöhnlich Erkrankungen ihrer Nährpflanze, indem sie ihnen zum mindesten Nahrungsstoffe entziehen, bisweilen aber auch krankhafte Wucherungen hervorrufen (Hexenbesen der Weißtanne, von einem Rostpilz, Aecidium elatinum, erzeugt). Seltener sind pflanzliche Parasiten in Thieren, so die krankheitserregenden Schizophyten, Pilze wie Empusa in Insekten. Diejenigen chlorophyllfreien Pflanzen dagegen, welche die organischen Substanzen aus todten Resten von Organismen entnehmen, heißen Saprophyten, Fäulnisbewohner, solche sind z. B. Monotropa und Neottia, welche im Humus des Waldbodens leben, viele ebendort vorkommende Pilze, die Schimmel- und Hefenpilze, welche in Pflanzensäften vegetiren, Saprolegnia, welche Thierleichen bewohnt u. a. Einige Pilze, wie die eben erwähnten Hefenpilze, sowie auch viele chlorophyllfreie Schizophyten zeigen noch die Besonderheit, daß sie ihr Substrat nicht bloß im Verhältnis der für sie nothwendigen Nahrungsaufnahme zersetzen, sondern durch Ausscheidung von Fermenten einen raschen Zerfall des Substrates, d. h. Gährung und Fäulnis verursachen.

Es giebt indeß auch Parasiten, welche reichlich Chlorophyll besitzen und demgemäß selbst organische Substanz bilden, so die Mistel, Viscum, welche auf verschiedenen Bäumen schmarotzt, die Rhinanthaceen, Thesium, deren Wurzeln durch eigenthümliche Saugorgane mit den Wurzeln anderer Pflanzen verwachsen sind. Obwohl die Ernährungsverhältnisse dieser chlorophyllhaltigen Parasiten noch nicht genügend aufgeklärt sind, läßt sich doch die Vermuthung aussprechen, daß sie außer der von ihren eigenen grünen Blättern assimilirten Substanz wenigstens die sonst dem Boden

entnommenen Nahrungsstoffe in einer gewissermaßen vorbereiteten Form ihren Nährpflanzen entziehen.

Eine eigenthümliche Art von Aufnahme organischer Substanz zeigen die sogenannten **fleischfressenden Pflanzen**, welche mit Hilfe ihrer Blätter kleine Thierchen fangen, festhalten und aus diesen stickstoffhaltige Bestandtheile aufnehmen. Von den sehr mannigfaltigen Formen der Fangapparate sei hier beispielsweise Drosera erwähnt, deren Blätter am Rande und an der Oberfläche mit drüsigen Anhängseln (Fig. 79 *A*, *d*) besetzt sind. Diese Drüsen sezerniren stets einen klebrigen fermenthaltigen Saft. Kleine Insekten bleiben daran kleben und verursachen einen Reiz des Anhängsels, welches sich infolge dessen nebst den übrigen einkrümmt (Fig. 79 *B*), so daß das Insekt nunmehr von allen Drüsen berührt wird; diese scheiden alsdann auch eine Säure aus, unter deren Mitwirkung die Eiweißstoffe durch das Ferment peptonisirt und in die Pflanze übergeführt werden; nur Fett und Chitin bleiben zurück. In letzterer Beziehung verhalten sich andere fleischfressende Pflanzen, wie Nepenthes, Utricularia, ebenso; nur die Einrichtungen zum Fange der Thierchen sind äußerst mannigfaltig.

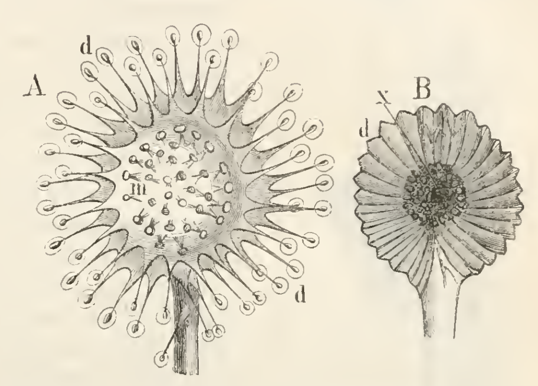


Fig. 79. Blatt von Drosera rotundifolia. (4mal vergr.). *A* im ausgebreiteten Zustande, *d* die Anhängsel des Randes, *m* die kurz gestielten Drüsen des Mittelfeldes. *B* durch Berührung des Insektes *x* sind die Anhängsel alle einwärts gekrümmt.

§ 49. **Der Sauerstoff; Athmung.** Bei der Ernährung werden beständig große Mengen von Sauerstoffverbindungen in die Pflanze eingeführt; und da die aus diesen Verbindungen entstehenden assimilirten Stoffe sauerstoffarm sind, wird bei der Assimilation ein sehr großer Theil dieses in Verbindungen enthaltenen Sauerstoffes abgeschieden und aus der Pflanze entfernt. — Im Gegensatz zu diesem Vorgange, welcher ausschließlich in den chlorophyllhaltigen Zellen und unter Mitwirkung des Lichtes stattfindet, nehmen nun aber alle Pflanzentheile und zu jeder Zeit aus der Atmosphäre Sauerstoff auf, um dafür Kohlensäure auszuscheiden. Dieser Vorgang ist die **Athmung**, welche man von dem entgegengesetzten Prozeß der Assimilation streng zu unterscheiden hat. Daß die Pflanze, indem sie durch die Assimilation Kohlensäure zersetzt, und umgekehrt bei der Athmung Kohlensäure erzeugt, dennoch an Gewicht zunimmt und Kohlenstoffverbindungen in sich anhäuft, erklärt sich einfach daraus, daß eben die Athmung der Pflanzen für gewöhnlich eine sehr schwache, die Assimilation unter günstigen Umständen eine äußerst ausgiebige ist. Pflanzen, welche im Finstern

wachsen, also keine Möglichkeit haben, zu assimiliren, müssen deshalb nothwendig an Trockengewicht abnehmen und endlich durch Stoffverlust zu Grunde gehen. Die Stoffe, welche die bei der Athmung abgegebene Kohlensäure liefern, sind die Kohlehydrate, welche offenbar durch die Thätigkeit des Protoplasmas oxydirt werden. Die Athmung ist für das Leben der Pflanze unbedingt nothwendig; in sauerstofffreier Atmosphäre unterbleiben die Lebensvorgänge; die Bewegungen des Protoplasmas stehen still; das Wachsthum unterbleibt, die Reizbarkeit beweglicher Blätter (wie von Mimosa, Oxalis, s. § 57) erlischt; zuletzt tritt der Tod der ganzen Pflanze ein.

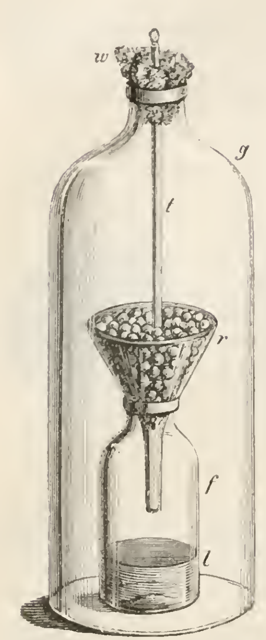


Fig. 80. Apparat zur Beobachtung der Selbsterwärmung kleiner, sich öffnender Blüthen oder keimender Samen. Dieselben werden auf den Trichter *r* möglichst dicht zusammengehäuft und dieser in ein unten Kalilauge (*l*) enthaltendes Gefäß (*f*) gesteckt. Dieselbe absorbirt die bei der Athmung gebildete Kohlensäure. Das Ganze wird mit einer Glocke (*g*) bedeckt, durch deren mit Baumwolle locker verstopften Hals ein feines Thermometer geführt wird, dessen Kugel zwischen den Objekten steckt. Die Temperatur wird in diesem Apparat höher sein als in einem zweiten ebensolchen, zum Vergleich aufgestellten, in dem die Pflanzentheile durch Papierstücke u. dgl. ersetzt sind (nach *Sachs*).

Die nachtheiligen Folgen des Sauerstoffmangels zeigen sich sehr augenfällig an dem Absterben von Pflanzen, deren Wurzeln nicht genügend mit Luft in Berührung kommen: es ist dies der Fall, wenn durch zu reichliches Begießen die Zwischenräume zwischen den Bodentheilchen sich mit Wasser füllen, oder wenn, wie in den Straßen der Städte, der Boden zu fest ist, um eine genügende Luftzirkulation zu ermöglichen. — Pflanzen, welche normal in einem mit Wasser durchtränkten Boden wurzeln, wie alle Sumpfpflanzen, besitzen dem entsprechend im Innern große Lufträume, die sich von den oberirdischen Theilen aus nach abwärts erstrecken und so den unterirdischen Theilen im Innern der Pflanze die nöthige Luft, d. h. Sauerstoff zuführen.

Durch die Athmung werden Kräfte gewonnen und neue chemische Prozesse angeregt.

Wie bei allen Oxydationsvorgängen wird auch in der Pflanze hierdurch Wärme frei; da aber bei der Pflanze die Abkühlung durch andere Faktoren sehr begünstigt ist, wird für gewöhnlich keine Temperaturerhöhung durch die Athmung bemerkbar. Dieselbe tritt nur in einzelnen Fällen hervor, wo die Athmung sehr ausgiebig und die Abkühlung sehr beschränkt ist, so bei der Keimung von Samen, welche dicht beisammen liegen, wie z. B. die Gerstenkeime bei der Malzbereitung: dieselbe besteht nämlich darin, daß Gerstenkörner durch Feuchtigkeit und Wärme zum Keimen gebracht werden, um die Stärke in Zucker zu verwandeln; dabei tritt eine erhebliche Erhöhung der Temperatur ein. In manchen Blüthen, z. B. von Araceen, hat man eine Selbsterwärmung von 4—5, selbst bis 10° C. über die Lufttemperatur beobachtet. In geeigneten Apparaten, wie Fig. 80, läßt

sich eine solche Selbsterwärmung auch für beliebige andere, selbst kleine Blüthen, sowie für keimende Samen leicht nachweisen.

In den wenigen Fällen endlich, in denen ein Leuchten (Phosphoreszenz) lebender Pflanzen sicher konstatirt wurde, wie bei mehreren Pilzen (z. B. Agaricus melleus), hängt dieses mit der Sauerstoffaufnahme zusammen; es findet nur statt, so lange der Pilz lebt und von sauerstoffhaltiger Atmosphäre umgeben ist. Die alten Angaben über das Leuchten verschiedener Blüthen haben sich nicht bestätigt.

Drittes Kapitel.

Das Wachsthum.

§ 50. **Begriff des Wachsthums.** Die Pflanzen und ihre Organe wachsen, d. h. sie nehmen an Volumen zu und verändern dabei ihre Gestalt, und zwar in Folge innerer Vorgänge, welche bleibende Veränderungen hervorrufen. Ein welk gewordener Pflanzentheil, in Wasser gelegt, vermehrt auch sein Volumen, es ist dies aber kein Wachsthum; denn wenn man ihm das Wasser wieder entzieht, kehrt er wieder auf seine frühere Größe zurück; es wird also keine bleibende Veränderung hervorgerufen. Anders verhält sich hingegen die Sache, wenn einem reifen Samen Wasser zugeführt wird; derselbe keimt, d. h. das in ihm eingeschlossene Keimpflänzchen wächst heran, wächst aus dem Samen heraus; hier sind bleibende Veränderungen vor sich gegangen; wenn man auch das Wasser wieder entzieht, sind dieselben doch nicht wieder rückgängig zu machen.

Die inneren Vorgänge, welche diese bleibenden Veränderungen unmittelbar herbeiführen, bestehen der Hauptsache nach in der Einlagerung neuer fester Theilchen sowohl, als von Wasser in die wachsenden Zellwände durch Vermittelung des Protoplasmas.

Eine nothwendige Bedingung des Wachsthums ist das Vorhandensein von Baustoffen; damit ist aber nicht gesagt, daß eine wachsende Pflanze gleichzeitig Nahrungsstoffe aufnehmen, sich ernähren müsse; gewöhnlich werden die Nahrungsstoffe aus älteren, nicht mehr wachsenden Theilen einer Pflanze den jüngeren, wachsenden zugeleitet und dort verwendet; diese älteren Theile können nun Reservestoffbehälter sein, wie z. B. Kartoffelknollen, welche austreiben, oder es sind assimilirende Blätter, wie am deutlichsten bei den einjährigen Gewächsen, z. B. der Tabakspflanze; die ausgewachsenen Blätter assimiliren und auf Kosten der Baustoffe wachsen die Stengel und jüngeren Blätter.

Das Wachsthum wird durch innere Ursachen bedingt: es giebt Pflanzentheile, welche, wenn sie eine gewisse Größe und Form erreicht haben, überhaupt nicht mehr fähig sind zu wachsen, so z. B. die meisten Blätter; andere (z. B. die Knoten der Grashalme) können unter Umständen noch

einmal zu wachsen anfangen. Der ganze Körper einer Pflanze aber erreicht, von einigen niedrig organisirten Formen abgesehen, niemals einen ausgewachsenen stationären Zustand, in welchem die Lebensprozesse sich nur noch auf Ernährung, auf Erhaltung der gebildeten Theile beschränken würden, wie bei den Thieren, sondern die Pflanze zeigt, so lange sie lebt, an gewissen Theilen immer noch Wachsthumsprozesse; es ist ja auch die Anzahl der Glieder eines Pflanzenkörpers im allgemeinen unbegrenzt.

§ 51. **Die Phasen des Wachsthums.** Die räumliche und zeitliche Vertheilung der Wachsthumsvorgänge läßt sich am einfachsten an einer wachsenden Wurzel beobachten. Trägt man an einer solchen (Fig. 81 *A*) Marken in gleichen Abständen auf und beobachtet dieselbe etwa nach Verlauf eines Tages wieder, so sieht man (Fig. 81 *B*), daß diese Marken in ungleichem Verhältnis auseinander gerückt sind, daß das Wachsthum nicht gleichmäßig vertheilt ist. Während an der Spitze der Wurzel, ebenso wie in der weiter rückwärts gelegenen Region ein bemerkbares Wachsthum nicht stattgefunden hat, war dieses in einer mittleren Strecke am lebhaftesten: hier sind die Marken am weitesten auseinandergerückt, nach beiden entgegengesetzten Richtungen hin nimmt die Ausgiebigkeit des Wachsthums allmählich ab. Nun sind aber die beiden Regionen, in welchen ein Wachsthum nicht stattgefunden hat, von sehr ungleicher Beschaffenheit. Die Region an der Spitze besteht (abgesehen natürlich von der Wurzelhaube, s. oben S. 28) aus Urmeristem, die rückwärts der wachsenden Zone gelegene aus Dauergewebe, in welchem noch die Ausbildung der Gewebeelemente erfolgt. Ebenso wie hier, können wir sonach an jedem aus Gewebe bestehenden wachsenden Pflanzentheil drei verschiedene Regionen unterscheiden:

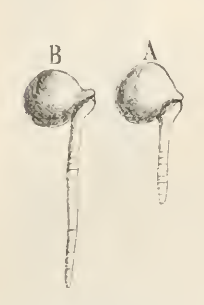


Fig. 81. Eine wachsende Keimwurzel der Erbse in zwei aufeinanderfolgenden Stadien, *A* früheres, *B* späteres Stadium.

1) Das Urmeristem oder embryonale Gewebe, in welchem Wachsthum, d. h. Vergrößerung und Gestaltsänderung der Zellen nur in ganz geringem Maße stattfindet; die Zellen haben sehr dünne Zellwände, große Zellkerne und gewöhnlich keinen Saftraum; die Zelltheilungen erfolgen rasch nacheinander; hier findet auch die normale Anlage neuer Glieder statt.

2) Den in Streckung befindlichen Theil; hier erfolgt ausgiebiges Wachsthum, wobei insbesondere der Saftraum der Zelle sich vergrößert, somit lebhafte Wasseraufnahme des wachsenden Gewebes stattfindet. Zelltheilungen treten gewöhnlich noch ein, hier beginnt auch die Differenzirung der Gewebe.

3) Den ausgewachsenen Theil, in welchem kein Wachsthum mehr erfolgt, wohl aber die innere Ausbildung der Gewebe ihrer Vollendung entgegengeht.

Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, daß diese drei Zustände, die wir hintereinander antreffen, von jeder Zelle der Reihe

nach durchlaufen werden. Jede im Urmeristem entstandene Zelle fängt langsam an zu wachsen, erreicht zu einer gewissen Zeit die größte Geschwindigkeit, um dann allmählich wieder aufzuhören zu wachsen. Da nun dies bei allen auf gleicher Höhe liegenden Zellen in gleicher Weise der Fall ist, so findet sich eine Strecke am wachsenden Theil, wo das Wachsthum am ausgiebigsten ist, von welcher aus es nach beiden Seiten hin an Geschwindigkeit abnimmt.

Die Stengel, welche bedeutende Längen erreichen, verhalten sich bezüglich der gegenseitigen Lage dieser drei Regionen im ganzen und großen ebenso wie die Wurzeln, indem am Scheitel durch Theilung Zellgewebe gebildet wird, welches weiter nach rückwärts in Streckung übergeht, an den älteren Partien aber nicht mehr wächst. Wo jedoch scharf abgegliederte Internodien vorhanden sind, treten weitere Komplikationen dadurch ein, daß einmal die Knoten schon frühzeitig aufhören sich zu verlängern, während die Internodien noch längere Zeit fortwachsen, sowie daß ferner innerhalb eines jeden Internodiums wieder ähnliche Verschiedenheiten des Wachsthums auftreten.

Die Blätter bestehen anfangs, wenn sie aus dem Urmeristem des Stammes hervorgehen, aus sich theilendem Urgewebe; dieses geht nun entweder überall ziemlich gleichmäßig, oder zumeist an der Spitze zuerst (z. B. Gräser), seltener an der Basis zuerst (z. B. Farne) in Streckung und Dauerzustand über; ein Vegetationspunkt für dauerndes Wachsthum bleibt hier in der Regel nicht mehr übrig.

An den stetig fortwachsenden Pflanzentheilen, den Stengeln und Wurzeln, werden die embryonalen Gewebe durch die hinter ihnen erfolgende Streckung immer weiter auseinandergeschoben. Das junge, im Samen eingeschlossene Keimpflänzchen einer höheren Pflanze (es gilt das Gleiche aber auch für niedriger organisirte Pflanzen) besteht ganz und gar aus Urmeristem, embryonalem Gewebe; dieses wird getrennt in das der Wurzel und das des Stengels, indem das zwischen den Scheiteln dieser beiden gelegene Gewebe in Wachsthum übergeht; dieselbe Abtrennung wiederholt sich bei jeder Verzweigung, und es ist sonach sämmtliches an den Spitzen des Pflanzenkörpers vertheilte Urmeristem seinem Ursprung nach auf das Urmeristem der Keimpflanze zurückzuführen, wie bereits oben S. 76 erwähnt wurde. Natürlicherweise hat inzwischen eine Vermehrung der Gesammtmenge des embryonalen Gewebes stattgefunden.

Was in Vorstehendem für die Mehrzahl der Pflanzen, deren Körper aus Zellgewebe besteht, ausgeführt wurde, gilt ebenso auch für solche, welche nur aus einer einzigen Zelle bestehen und dabei Längenwachsthum besitzen. Auch hier zeigt Zellwand und Inhalt embryonalen Charakter am Scheitel, weiter rückwärts erfolgt die Streckung, noch weiter rückwärts findet keine Größen- und Gestaltsänderung mehr statt.

Jeder Pflanzentheil zeigt bezüglich der Geschwindigkeit seines Wachsthums eine **große Periode**, d. h. er fängt langsam an zu wachsen, wächst zu einer gewissen Zeit am raschesten; von da ab erlischt das Wachsthum allmählich, bis zuletzt das ganze Organ ausgewachsen ist. Abgesehen von

der zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit des Wachsthums kommt auch die Dauer in Betracht, während welcher ein Pflanzentheil wachsen kann, und dessen Fähigkeit, eine bestimmte Länge zu erreichen. Man bemerkt z. B. sehr leicht, daß an den meisten Stengeln die untersten Internodien kurz bleiben, die nächstoberen größer sind, an einer gewissen Stelle des Stengels am größten und die obersten wieder kurz. Ebenso nimmt meistens auch die definitive Größe der zugehörigen Blätter von unten bis etwa zur Mitte zu und dann wieder ab. In der allmählichen Abnahme des Wachsthums und der Länge der Jahrestriebe liegt auch die Ursache dafür, daß »die Bäume nicht in den Himmel wachsen«.

§ 52. **Turgor und Gewebespannung in wachsenden Theilen.** Der Turgor ist eine wesentliche Voraussetzung des Wachsthums, eine der wichtigsten Ursachen des Flächenwachsthums der Zellwände. Welke Pflanzentheile wachsen überhaupt nicht. Gewebespannung ist infolge des Turgors ohnehin in jedem wachsenden Pflanzentheil vorhanden; sie wird aber selbst durch Verschiedenheiten im Wachsthum der einzelnen Gewebeschichten hervorgerufen. Wenn man ein wachsendes Internodium (ebenso einen Blattstiel oder eine Rippe) der Länge nach halbirt, so klaffen die beiden Längshälften weit auseinander; es rührt dies daher, daß das Mark von allen Geweben am meisten zu wachsen, sich auszudehnen bestrebt ist, an der vollkommenen Ausdehnung aber durch die äußeren Gewebeschichten gehindert wird; die letzteren werden durch das stärker wachsende Mark gedehnt, sind passiv gespannt. An einer Wurzel verhalten sich die Längshälften gerade umgekehrt, dieselben werden gegeneinander konkav, weil hier der passiv gedehnte Fibrovasalstrang axil verläuft, vom parenchymatischen Gewebe rings umgeben wird. Mit den Längsspannungen sind nothwendigerweise auch Querspannungen verbunden; die letzteren zeigen sich besonders deutlich an Stämmen mit Dickenwachsthum, indem die Rinde durch die Thätigkeit des Cambiums gedehnt wird; ein abgelöster Rindenring klafft, läßt sich ohne große Kraftanwendung nicht mehr mit seinen Rändern über dem Holz zusammenschließen.

Eine besonders auffallende Wirkung des Turgors tritt an den eben ausgewachsenen Theilen der Wurzeln ein; dieselben verkürzen sich, wobei die Epidermis Querrunzeln enthält; dadurch werden Keimpflanzen, wohl aber auch die kurzen Stämme mit Blattrosetten, wie z. B. Taraxacum, Plantago u. a., in den Boden hinabgezogen. Hebt man durch Wasserentziehung den Turgor solcher Wurzeln auf, so verlängert sich die betreffende Strecke. Diese Thatsache erklärt sich dadurch, daß hier die Zellwände in der Querrichtung dehnbarer sind als in der Längsrichtung, sonach durch den Turgor eine Ausdehnung in der Querrichtung mit Verkürzung in der Längsrichtung hervorgerufen wird, während bei allen anderen wachsenden Theilen das umgekehrte Verhältnis, größere Dehnbarkeit in der Längsrichtung, stattfindet.

§ 53. **Ungleichseitiges Wachsthum.** Sehr viele Pflanzentheile sind so organisirt, daß die verschiedenen Seiten nicht in gleichem Maße wachsen,

ohne daß die äußeren Bedingungen dies verursachen würden; so wachsen z. B. die jungen Blätter anfangs auf ihrer unteren Seite stärker, so daß sie sich über dem Stammende zusammenlegen, während die spätere Entfaltung durch ein stärkeres Wachsthum der Oberseite herbeigeführt wird. An vielen Keimpflanzen (s. z. B. Fig. 83, S. 108) bildet der Stengel unter seiner Spitze einen Bogen, so daß diese selbst mit den jungen Blättern gegen die Basis zurückgekrümmt ist; auch dies beruht darauf, daß die eine Seite des Stengels anfangs stärker wächst als die andere und daher konvex wird.

Indem die stärker wachsende Seite nicht immer die nämliche bleibt, werden durch dieses ungleichseitige Wachsthum Bewegungen herbeigeführt, welche man als Nutationen bezeichnet. Findet die Bewegung bloß von hinten nach vorne, oder von rechts nach links statt, indem nämlich bald die hintere (rechte) Seite abwechselnd stärker wächst, und bald die vordere (beziehungsweise linke), so ist das die einfache Nutation; findet sie aber nach allen Seiten hin statt, indem nämlich alle Seiten nacheinander im Wachsthum überwiegen, so kommt die revolutive Nutation zu stande.

§ 54. **Einfluſs äuſserer Bedingungen auf die Wachsthumsvorgänge.** Es wurde bereits erwähnt, daß ein gewisser Wasservorrath zum Zustandekommen des Turgors nöthig ist, sonach auch Voraussetzung des Wachsthums ist; ebenso gilt bezüglich der Abhängigkeit der Wachsthumsvorgänge von der Wärme das oben § 38 allgemein darüber Gesagte. Hingegen müssen die Einwirkungen der Schwerkraft und des Lichtes näher besprochen werden. Diese Kräfte beeinflussen sowohl die Bildung von Vegetationspunkten, als den Verlauf der Streckung, und rufen ferner, wie im nächsten Kapitel gezeigt werden soll, durch Änderung in ihrer Richtung Reizbewegungen an wachsenden wie ausgewachsenen Pflanzentheilen hervor.

Die Schwerkraft wirkt bei mehreren Pflanzen dahin, daß neue Sproßknospen an den aufwärts gerichteten Enden abgeschnittener Theile, Wurzeln an den abwärts gerichteten entstehen; es kommt dabei freilich auch die innere Disposition der Pflanze in Betracht.

Das Licht hindert vielfach, z. B. beim Epheu, die Wurzelbildung an der beleuchteten Seite und ruft sie an der Schattenseite hervor; durch die Beleuchtungsrichtung wird die Ausbildung der Seiten an dorsiventralen Prothallien, Thallus von Lebermoosen u. dgl. bestimmt.

Die Abhängigkeit der Streckung von den äußeren Bedingungen ist insbesondere für das Licht der Erscheinung nach genauer bekannt, und zwar übt das Licht eine beeinträchtigende, retardirende Wirkung auf das Wachsthum; es ist eine alte Erfahrung, daß Stengel, die sich im Finstern entwickeln, z. B. Kartoffeltriebe im Keller, viel länger werden, viel längere Internodien besitzen, als die normal am Licht wachsenden. Solche im Finstern erwachsene und daher in ihrer Form abnorm entwickelte Pflanzen werden als etiolirt bezeichnet. Ihre Internodien sind sehr lang, die Blätter sind nicht grün, sondern gelb, aber häufig viel kleiner, als die normalen; es rührt dies letztere von einer krankhaften Entwickelung her,

da ja das Licht für andere Lebensvorgänge nothwendig ist. Die retardirende Wirkung des Lichts äußert sich auch in einer täglichen Periodicität. Wenn nämlich die Temperatur möglichst konstant ist, so erreicht das Wachsthum infolge der Dunkelheit in den Morgenstunden sein Maximum, nimmt unter dem Einfluß des Tageslichtes allmählich ab, um von Eintritt der Dunkelheit an wieder zuzunehmen. Es gilt dies nicht bloß für die in konstanter Finsternis sich überverlängernden Stengel, sondern auch für die Blätter.

Viertes Kapitel.

Die Reizbewegungen.

§ 55. **Begriff der Reizbarkeit.** Als Reizbarkeit bezeichnet man die nur den lebenden Organismen eigenthümliche Art, auf äußere Einwirkungen zu reagiren; es ist die Art und Weise, wie die Pflanze mit der Außenwelt in Verkehr tritt. Die Reizbarkeit, als Eigenthümlichkeit des lebenden Organismus, wird durch das Protoplasma vermittelt; wir sehen bald direkt dasselbe durch eine äußere Einwirkung, durch einen Reiz, beeinflußt, so in den im § 56 zu erwähnenden Fällen; bald werden aber auch unter Mitwirkung anderer komplizirter Einrichtungen Bewegungen der Pflanzentheile veranlaßt, welche theils ohne bleibende Veränderung an ausgewachsenen Pflanzentheilen stattfinden, theils mit bleibenden Veränderungen verbunden sind, d. h. als eine Beeinflussung des Wachsthums auftreten. Die äußeren Einwirkungen, die Reize, sind theils Veränderungen in Richtung und Intensität der Beleuchtung, theils Änderungen in der Richtung, in welcher die Schwerkraft einwirkt, theils mechanische Berührungen oder Erschütterungen. Es ist eine charakteristische Eigenthümlichkeit der Reizbewegungen, daß verhältnismäßig schwache Reize, z. B. geringe Berührung, den Anstoß geben zu intensiven Bewegungen; auch ist die Wirkung des Reizes eine spezifische, d. h. bedingt durch die reizbare Struktur der Organe. Legt man z. B. einen wachsenden Stengel horizontal, so wird die Schwere zunächst vielleicht ein Herabsinken der Spitze bewirken, wie an jedem leblosen biegsamen Gegenstande; ein Reiz der Schwerkraft liegt aber darin, daß die wachsende Zone dieses Stengels eine bleibende Krümmung nach aufwärts annimmt; die spezifische reizbare Struktur zeigt sich darin, daß eine Wurzel, ebenso behandelt, eine Krümmung nach abwärts ausführt. Gewisse periodische Bewegungen vollziehen sich, ohne daß die äußeren Einwirkungen sich verändern; hier müssen wir eine innere Veränderung der Pflanzentheile annehmen. — Die Reizbewegungen erfolgen nur, wenn die Pflanze sich in normalem, reizbarem Zustande befindet; derselbe wird aufgehoben durch zu niedrige oder zu hohe Temperatur, durch längeren Aufenhalt im Dunkeln, durch Sauerstoffmangel.

§ 56. **Reizbarkeit protoplasmatischer Gebilde.** Am klarsten tritt die Reizbarkeit als Eigenschaft des Protoplasmas da hervor, wo dieses selbst durch den Reiz entweder zu einer Bewegung veranlaßt oder bezüglich der Richtung seiner Bewegung beeinflußt wird. Letzteres ist der Fall bei den sich bewegenden Schwärmzellen der Algen und Pilze. Dieselben bewegen sich, wie bereits oben S. 34 erwähnt, unter Drehung um ihre Längsachse vorwärts. Die Reizbarkeit zeigt sich darin, daß viele dieser Schwärmzellen, sowohl chlorophyllhaltige als chlorophyllfreie, sich mit ihrer Längsachse in die Richtung des einfallenden Lichtes stellen und bei mäßig starker Beleuchtung sich gegen die Lichtquelle hin bewegen; bei sehr intensiver Beleuchtung schwimmen sie von der Lichtquelle hinweg.

Auf einer Bewegung des Protoplasmas beruht auch die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner und ähnlicher Gebilde bei wechselnder Beleuchtung. An den einschichtigen Blättern der Moose und an Prothallien läßt sich leicht beobachten, daß bei mäßig starker Beleuchtung die Chlorophyllkörner sich an den Außenwänden, welche vom Lichte in ihrer Fläche getroffen werden, in einfacher Schicht lagern, bei Verdunkelung sich an die Seitenwände zurückziehen, mittels deren die einzelnen Zellen aneinandergrenzen. Ähnlich verhalten sich die Chlorophyllkörner in den mehrschichtigen Blättern vieler höherer Pflanzen, im Thallus von Lemna; hier entfernen sie sich bei Verdunkelung von den Außenwänden des Chlorophyllparenchyms; sie ändern aber auch bei intensiver Beleuchtung ihre Lage derart, daß sie sich alsdann nur an jenen Wänden ansammeln, welche den Lichtstrahlen annähernd parallel gestellt sind. Darauf ist auch die schon früher gemachte Beobachtung zurückzuführen, daß viele Blätter bei intensiver Beleuchtung eine hellere Färbung annehmen.

§ 57. **Die Schlafbewegungen der Laub- und Blumenblätter.** Ähnlich, wie die eben erwähnten Chlorophyllkörner je nach der Beleuchtung eine Licht- und eine Dunkelstellung annehmen, so finden wir auch an vielen Blüthen- und Laubblättern zwei verschiedene, mit dem Wechsel der Beleuchtung periodisch eintretende Stellungen; die Tagstellung, bei welcher die einzelnen Theile im allgemeinen ausgebreitet sind (Fig. 82 *T*), und eine Nachtstellung, welche durch ein Zusammenlegen oder Zusammenschließen der einzelnen Theile charakterisirt ist (Fig. 82 *N*). Während wir aber die nächste Ursache für die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner direkt in einer Bewegung des reizbaren Protoplasmas finden können, sind hier weitgehende Komplikationen vorhanden, die noch nicht vollständig im Einzelnen erkannt sind.



Fig. 82. Blatt von Oxalis in der Tag- (*T*) und Nachtstellung (*N*); in letzterer ist jedes der drei Blättchen an seiner Mittelrippe nach einwärts gebogen und zugleich abwärts gesenkt.

Bei den periodisch beweglichen Blumenblättern (z. B. Tulpe, Crocus, Adonis u. a.) beruht die Bewegung auf ungleichseitigem Wachsthum, welches durch Änderungen der Temperatur und der Beleuchtung hervorgerufen wird; die sich streckende Zone dieser Blumenblätter liegt an deren Basis und es wird durch steigende Temperatur und Beleuchtung die innere Seite zu stärkerem Wachsthum veranlaßt: die Blüthe öffnet sich; hingegen bei Abnahme von Temperatur und Beleuchtung wächst die äußere Seite stärker; die Blüthe schließt sich. Mit diesen periodisch sich öffnenden und schließenden Blüthen ist die äußerlich ähnliche Erscheinung nicht zu verwechseln, daß die Blüthen mancher Pflanzen (z. B. von Convolvulus) am Morgen sich öffnen, aber bis zum Abend abblühen und dann sich schließen, um sich natürlich nie wieder zu öffnen.

Die periodisch beweglichen Laubblätter dagegen besitzen an der Basis der beweglichen Theile besondere Bewegungsorgane, welche äußerlich als Gelenke oder Polster erscheinen, und in welchen die Stellungsänderung durch eine Ausstoßung des Wassers auf einer Seite veranlaßt wird. Beispiele hierfür bieten z. B. der Sauerklee, Oxalis (Fig. 82), bei welchem die drei Theilblättchen in der Tagstellung flach ausgebreitet, in der Nachtstellung längs der Mittelrippe gefaltet und herabgeschlagen sind, die Blätter der gemeinen Akazie, Robinia, deren Fiederblättchen sich Nachts mit ihren Oberseiten gegeneinanderlegen, die Sinnpflanze Mimosa pudica, deren Fiederblättchen sich an den sekundären Blattstielen bei Dunkelheit ebenso aneinanderlegen, während die sekundären Blattstiele, sowie der gemeinsame Blattstiel sich senken, die Feuerbohne u. a.

§ 58. **Mechanische Reizbarkeit.** Die eben erwähnten Blätter der Mimosa zeigen die oben geschilderte Nachtstellung nicht nur als Folge von Verdunkelung, sondern auch nach mechanischer Erschütterung. Bei sehr reizbaren Exemplaren genügt die leise Berührung der kleinen Härchen, welche sich an den Fiederblättchen finden, um die Nachtstellung herbeizuführen. Dabei kann man leicht beobachten, wie der beispielsweise an den äußersten Blättchen stattgefundene Reiz sich nach rückwärts auf die übrigen Blättchen und die Gelenke der Rippen und des Stieles langsam fortpflanzt; es geschieht diese Fortpflanzung des Reizes durch die Fibrovasalstränge. Nach einiger Zeit kehren die Blätter wieder in die Tagstellung zurück. In ähnlicher Weise sind auch die Staubblätter mancher Pflanzen für Berührung reizbar, so jene von Berberis, welche sich nach innen hin krümmen, jene vieler Compositen, welche sich infolge der Berührung verkürzen und, da sie mit der Kronenröhre verwachsen sind, dadurch auch die übrigen derselben Blüthe erschüttern. —

Nur kurz erwähnt sei, daß manche periodisch bewegliche Blätter ihre Stellungsänderung auch unter konstanten äußeren Bedingungen ausführen; so zeigt Mimosa den periodischen Wechsel zwischen Tag- und Nachtstellung auch dann noch, wenn sie in dauernde Dunkelheit verbracht wird; die Blättchen von Hedysarum gyrans, einer aus Ostindien stammenden Papilionacee, führen fortwährend kreisende Bewegungen aus, die sich schon innerhalb 2—5 Minuten wiederholen.

§ 59. **Die Bewegungen der Ranken- und Schlingpflanzen.** Während bei den Blättern von Mimosa und einigen Staubblättern durch mechanische Berührung oder Erschütterung eine Bewegung ausgewachsener Theile hervorgerufen wird, veranlaßt bei den Ranken und windenden Stengeln die Berührung mit der Stütze eine Änderung des Wachsthums und es erfolgen sonach bleibende Veränderungen.

Bei den Ranken (s. oben S. 27) ist es nur eine Seite und zwar die Unterseite, welche, so lange die Ranke noch im Wachsthume begriffen ist, durch Berührung mit der Stütze gereizt und dadurch konkav wird. Da durch diese Krümmung immer wieder neue benachbarte Punkte der Unterseite mit der Stütze in Berührung kommen, so schreitet die Krümmung fort, bis der ganze freie Theil der Ranke sich um die Stütze gewunden hat. Der Reiz, der durch den Druck bewirkt wird, pflanzt sich auch auf das zwischen der Stütze und der Basis der Ranke liegende Stück derselben fort, welches sich korkzieherartig rollt und dadurch den Stengel näher an die Stütze heranzieht (s. S. 28 Fig. 21 *A*, *s*).

Die windenden Stengel (z. B. Hopfen, Bohne, Winde, s. S. 27 Fig. 21 *B*) zeigen an ihrem fortwachsenden Theile, so lange dieser noch keine Stütze gefunden hat, Nutationen, wodurch die Spitze im Kreise herumgeführt wird und Torsionen, d. h. Drehungen um die Längsachse, eintreten. Stößt die bei der Nutationsbewegung vorangehende Seite des Sprosses auf eine Stütze, welche nicht zu dick ist, so wird durch den hier erfolgenden Reiz die Nutationsbewegung in der Weise verändert, daß der Gipfeltheil eine aufsteigende Schraubenlinie bildet, in deren Mitte sich die Stütze befindet; die Schraubenwindung wird alsdann steiler, enger und schmiegt sich der Stütze fest an. Die meisten Schlingpflanzen winden links, nur wenige, wie z. B. der Hopfen, winden rechts.

§ 60. **Geotropismus und Heliotropismus.** Oben § 56 und 57 haben wir einige Beispiele dafür kennen gelernt, daß ein Wechsel in der Intensität der Beleuchtung Reizbewegungen verursacht; bei den ebendort erwähnten Schwärmzellen war indeß auch schon die Richtung der Lichtstrahlen maßgebend. Ähnlich finden wir nun, daß die wachsenden Pflanzentheile allgemein empfindlich sind für die Richtung, in welcher sie von der Schwerkraft sowie den Lichtstrahlen getroffen werden. Eine Änderung in dieser Richtung wirkt als Reiz und ruft durch ungleichseitiges Wachsthum eine Krümmung hervor, welche, da ja auf Wachsthumsvorgängen beruhend, eine bleibende ist. Wir können in dieser Beziehung zweierlei verschiedene Arten von Pflanzentheilen unterscheiden, nämlich orthotrope, welche ihre Längsachse in die Richtung der Lichtstrahlen und des Erdradius zu stellen suchen, und plagiotrope, deren Längsachse eine andere, unten näher zu besprechende Richtung einnimmt.

Zunächst seien die Wirkungen der Schwerkraft und des Lichts auf wachsende orthotrope Pflanzentheile genauer betrachtet. Daß die Schwerkraft das Wachsthum beeinflußt, ergiebt sich schon aus der einfachen Beobachtung, daß zahlreiche Stengel, die Bäume gerade auf-

wärts von der Erdoberfläche emporwachsen, und zwar an allen Punkten der Erdoberfläche in der Richtung des verlängert gedachten Erdradius; in derselben Weise wachsen die Hauptwurzeln gerade abwärts. Legt man einen wachsenden Stengel horizontal, so krümmt sich (Fig. 83 *s*) der von nun an wachsende Theil auf seiner Oberseite konkav, auf der Unterseite konvex, so daß das freie Ende aufwärts gerichtet wird und nachher senkrecht weiter wächst. In derselben Weise krümmt sich das wachsende Ende einer horizontal gelegten Wurzel abwärts (Fig. 83 *w*). Diese Krümmungen erfolgen stets in gleicher Weise, welche Seite des Stengels oder der Wurzel nach unten zu liegen kommen mag. Die Krümmung hat in beiden Fällen dann ihr Ende erreicht, wenn alle Seiten rings um die Längsachse in gleicher Weise von der Schwerkraft affizirt werden, und dies ist eben bei senkrechter Stellung der Fall. Diese Eigenschaft, in der besprochenen Weise auf die Schwerkraft zu reagiren, wird als Geotropismus bezeichnet, und zwar sind die Hauptwurzeln, welche der Schwerkraft folgen, positiv geotropisch, die aufrecht wachsenden Stengel negativ geotropisch. Läßt man in geeigneten Apparaten Keimpflanzen in einer horizontalen Ebene um einen Mittelpunkt rotiren, so folgt die Wurzel ebenso wie unter gewöhnlichen Umständen der Schwerkraft, so hier der Zentrifugalkraft, und wächst vom Mittelpunkt hinweg in Richtung des Radius nach außen, während der Stengel der Zentrifugalkraft entgegen, gegen den Mittelpunkt zu wächst. Daß die anziehende, richtende Kraft unter gewöhnlichen Umständen wirklich die Schwerkraft ist, geht nicht bloß aus der an allen Punkten der Erdoberfläche gleichmäßig mit dem Erdradius zusammenfallenden Richtung der betreffenden Pflanzentheile hervor, sondern wird noch durch den direkten Versuch bestätigt. In einem ganz langsam um horizontale Achse rotirenden Apparat nämlich sind die Pflanzen der Schwerkraft entzogen, da diese in jedem Moment in anderer Richtung wirkt und diese Wirkungen sich einander aufheben; in einem solchen Apparat nun wachsen Keimpflanzen, Wurzeln wie Stengel, nach allen beliebigen Richtungen.

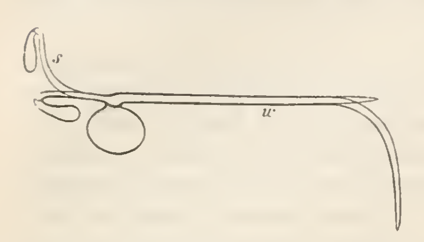


Fig. 83. Schwerkraftskrümmung einer horizontal gelegten Keimpflanze der Erbse. Die stärkere Kontur giebt deren ursprüngliche Lage an; der Stengel (*s*) hat sich während des Weiterwachsens aufwärts, die Wurzel (*w*) abwärts gekrümmt; die Spitze des Stengels zeigt eine von der Schwerkraft unabhängige Nutation.

In ähnlicher Weise suchen sich orthotrope Pflanzentheile in die Richtung der Lichtstrahlen zu stellen; einseitig beleuchtete Stengel z. B. von Pflanzen, welche an einem Zimmerfenster stehen, krümmen sich innerhalb der wachsenden Region an der beleuchteten Seite konkav, an der gegenüberliegenden Seite konvex, und dieses ungleichseitige Wachsthum geht erst dann wieder in gleichseitiges über, wenn alle Seiten des Stengels in gleicher Weise vom Lichte getroffen werden, d. h. wenn die Längsachse mit der Beleuchtungsrichtung zusammenfällt. Man nennt diese Eigenschaft der

Pflanzentheile positiven Heliotropismus; seltener findet sich negativer Heliotropismus, d. h. die Eigenschaft, in der Beleuchtungsrichtung von der Lichtquelle weg zu wachsen, wie bei manchen Wurzeln. Man glaubte früher den positiven Heliotropismus daraus erklären zu können, daß infolge der oben angegebenen retardirenden Wirkung des Lichtes einfach die Schattenseite des Stengels im Wachsthum überwiegt; es stimmen aber mit dieser Theorie verschiedene Thatsachen nicht überein, und man nimmt daher an, daß das Licht ebenso wie die Schwerkraft einen nicht näher bekannten Reiz ausübt und dadurch die Wachsthumsrichtung beeinflußt.

Für einen im Freien befindlichen, von keiner Seite beschatteten Stengel wirken nun der positive Heliotropismus und der negative Geotropismus in gleicher Weise dahin, daß der Stengel aufrecht emporwächst. Bei einseitiger Beleuchtung dagegen ist die Richtung, welche er annimmt, die Resultirende aus den beiden Richtungen, in welche ihn einerseits die Schwerkraft, andererseits die Beleuchtung zu stellen sucht, und es kommt hierbei wesentlich auf die Empfindlichkeit an, mit welcher die betreffende Pflanze auf die beiden richtenden Einflüsse reagirt. So kann es kommen, daß unter völlig gleichen Bedingungen, z. B. an einer Mauer, einem Waldrand, die Stengel der einen Pflanzen gerade aufrecht wachsen, weil sie für Licht weniger empfindlich sind, diejenigen anderer sich fast völlig in die Beleuchtungsrichtung stellen, weil bei ihnen der Heliotropismus den Geotropismus fast völlig überwiegt.

An den orthotropen Stengeln oder sonstigen Pflanzengliedern stehen aber Seitenglieder, als Zweige, Blätter, Seitenwurzeln u. dgl., welche, wie die einfachste Beobachtung lehrt, andere Wachsthumsrichtungen einschlagen; diese letzteren sind nicht orthotrop, sondern plagiotrop; ihre Achsen bilden stets Winkel sowohl mit der Beleuchtungsrichtung als mit der Lothlinie. Es braucht nun durchaus nicht angenommen zu werden, daß die Wirkung des Lichts und der Schwerkraft auf solche plagiotrope Pflanzentheile eine wesentlich andere wäre, als auf orthotrope; diese verschiedenen Stellungen erklären sich einfach daraus, daß außer den genannten äußeren richtenden Kräften noch innere Ursachen wirken, daß solche Theile aus inneren Ursachen ein ungleichseitiges Wachsthum besitzen, oder ihre verschiedenen Seiten für die äußeren Kräfte in verschiedenem Grade empfindlich sind. Es spricht sich diese Verschiedenheit häufig schon in ihrem Bau aus, indem hierher sämmtliche dorsiventrale Pflanzentheile gehören; aber auch radiäre oder im engeren Sinne bilateral gebaute Theile können auf verschiedenen Seiten verschieden auf die richtenden Faktoren reagiren. Es tritt der Zusammenhang mit dem dorsiventralen Bau deutlich z. B. an den Blättern hervor, welche ihre Oberseite ungefähr rechtwinkelig zur Beleuchtungsrichtung zu stellen suchen; sie erreichen dies theils durch Drehungen und Krümmungen der Spreite, theils durch Drehungen der Stiele, ja selbst der Internodien. Ähnlich verhalten sich viele Lebermoose, Flechten u. a. Wenn auch die Mechanik der Vorgänge noch vielfach unklar ist, so steht doch soviel fest, daß alle Richtungen der Pflanzentheile die

Resultirenden sind aus den Einflüssen des Lichts, der Schwere und den inneren Wachsthumsursachen.

Fünftes Kapitel.

Die Fortpflanzung und der Generationswechsel.

§ 61. Verschiedene Pflanzen besitzen die Fähigkeit, durch Abtrennung von Brutknospen (s. S. 16) sich zu vermehren; ähnliche Vermehrung kommt auch dadurch zu stande, daß manche Stengel (besonders unterirdische Rhizome, kriechende Stengel u. s. w.) sich verzweigen und von rückwärts her fortwährend absterben und verwesen, so daß die einzelnen Zweige nun ebensoviele vollständig isolirte Pflanzen darstellen. Künstlich kann man auch von vielen Pflanzen einzelne Zweige, auch Blätter abschneiden, welche sich unter geeigneten Bedingungen bewurzeln und neue Pflanzen bilden. Alle diese noch viel mannigfaltigeren Vorgänge werden als vegetative Vermehrung zusammengefaßt und zeigen, wenigstens für die höheren Pflanzen (mit Ausnahme der Thallophyten) das Gemeinsame, daß zur Erzeugung der neuen Individuen keine besonderen, von den Vegetationsorganen wesentlich verschiedenen Organe gebildet werden.

Außer derselben findet man aber bei allen Pflanzen, mit Ausnahme einiger der niedrigsten Thallophyten, noch die eigentliche Fortpflanzung im engeren Sinne. Dieselbe kann in zweierlei Weise sich geltend machen:

a) als ungeschlechtliche durch Sporen, welche bei den Kryptogamen allgemein, bei den Phanerogamen jedoch nicht vorkommen; sie sind dadurch ausgezeichnet, daß sie ohne Mitwirkung anderer Pflanzentheile im stande sind, zu keimen und neue Pflanzen zu reproduziren, und gewöhnlich (mit Ausnahme einiger Pilze) aus einer einzigen Zelle bestehen.

b) die zweite Form der Fortpflanzung ist die geschlechtliche oder sexuelle, welche darin besteht, daß zwei Zellen gebildet werden, welche durch ihre Vereinigung erst ein entwickelungsfähiges Produkt liefern.

§ 62. **Die Befruchtung.** Diese Vereinigung zweier Zellen, deren jede für sich allein nicht entwickelungsfähig ist, zu einem entwickelungsfähigen Produkt kann allgemein als Befruchtung bezeichnet werden. Wie bereits oben S. 46 angegeben wurde, läßt sich in vielen Fällen zeigen, daß bei dieser Vereinigung die gleichwerthigen Theile der beiden Zellen miteinander verschmelzen. Die Befruchtungsvorgänge im Pflanzenreich sind je nach den Abtheilungen und Klassen ziemlich mannigfaltig, und wir werden im folgenden Theile wiederholt darauf zurückkommen müssen. Es sei daher hier nur in allgemeinen Zügen auf die verschiedenen Hauptformen, die wir unterscheiden können, aufmerksam gemacht.

1) Am klarsten ist der Befruchtungsvorgang da, wo zwei nackte Primordialzellen sich miteinander vereinigen, wie bei den meisten Algen, den Muscineen und Pteridophyten.

a) Den einfachsten Fall finden wir in der sog. Conjugation oder Copulation, nämlich dann, wenn die beiden sich vereinigenden Zellen (Gameten) an Form und Größe nicht verschieden sind, somit eine Differenz ihres Geschlechtes nicht erkennbar ist. Vielfach sind diese Zellen in gleicher Weise aktiv beweglich, so bei den mit Bewegungsorganen versehenen Schwärmzellen vieler Thallophyten, welche sich außerhalb, oft in bedeutender Entfernung von ihrer Mutterpflanze copuliren (Planogameten, s. Fig. 89 *B*). In anderen Fällen tritt der Protoplasmakörper aus benachbarten Zellen aus und vereinigt sich sofort (Desmidiaceen, viele Diatomeen); endlich können auch die Wände derjenigen Zellen, in welchen die Geschlechtszellen entstehen, zuerst einen Kanal bilden, und die Vereinigung der Protoplasmakörper erfolgt dann in diesem Kanal, oder in einer der beiden Zellhöhlungen (Spirogyra, s. Fig. 44 S. 45); in letzterem Falle ist dann eine der beiden Zellen unbeweglich und wenigstens hierin, wenn auch durch sonst nichts, von der anderen verschieden. In all diesen verschiedenen Fällen ist die Vereinigung der gleichwerthigen Theile des Protoplasmakörpers evident; bei den Schwärmzellen vereinigen sich die beiderseitigen farblosen Vorderenden gewöhnlich zuerst, hernach das übrige Protoplasma; über Spirogyra s. S. 46 Fig. 44. Bei mehreren Algen copuliren nur die in verschiedenen Mutterzellen entstandenen Schwärmzellen miteinander.

b) Bei anderen Pflanzen (vielen Algen, sämmtlichen Muscineen und Pteridophyten) ist außer der ungleichen Beweglichkeit auch eine erhebliche Verschiedenheit in Form und Größe der Geschlechtszellen vorhanden; wir unterscheiden dann eine weibliche Zelle, auch Eizelle oder Ei genannt, welche unbeweglich, vielmal größer als die männliche, und im allgemeinen von kugeliger oder eiförmiger Gestalt ist; andererseits sind die männlichen Zellen, die Spermatozoiden, aktiv beweglich, viel kleiner und von länglicher Gestalt, bisweilen stäbchenförmig, bei den Characeen, Muscineen und Pteridophyten schraubenförmig gewunden. Die sehr bedeutende Größendifferenz zwischen Ei und Spermatozoid rechtfertigt den Ausdruck, daß letzterer in das Ei aufgenommen und dieses dadurch zur Weiterentwickelung befähigt, »befruchtet« wird. Es ist mehrfach sicher konstatirt, daß durch die Aufnahme eines einzigen Spermatozoiden die Befruchtung vollzogen wird, wenn auch die gelegentliche Aufnahme mehrerer, also eine Vereinigung mehrerer Zellen nicht unmöglich erscheint.

Die Organe, in welchen die Spermatozoiden gebildet werden, heißen allgemein Antheridien; die Eier entsehen einzeln (seltener zu mehreren) in einer Mutterzelle, welche entweder für sich allein das weibliche Organ vorstellt und dann Oogonium genannt wird (s. z. B. Fig. 90 *B*), oder in einem höher differenzirten weiblichen Organ, dem Archegonium, enthalten ist. Häufig wird ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle von der Eibildung ausgeschlossen. In der Regel erfolgt die Befruchtung innerhalb

des weiblichen Organs: nur bei den Fucaceen wird die Eizelle aus dem Oogonium nach außen entleert und dort befruchtet.

2) Bei den Phanerogamen ist, wie später ausführlicher gezeigt werden soll, nur die weibliche Zelle eine nackte Primordialzelle; als männliche Zelle fungirt hier der aus dem Pollenkorn erwachsende, mit Membran versehene Pollenschlauch, dessen Protoplasma keine Spermatozoiden erzeugt, sondern durch die Membran zur Eizelle übertritt; bei den Angiospermen durchwandert dieses männliche Protoplasma erst noch eine oder zwei andere Zellen. Der Zellkern des Pollenschlauches wird vor dieser Übertragung aufgelöst, erscheint aber häufig nach derselben im Protoplasma der Eizelle wiederum, um mit deren Zellkern zu verschmelzen.

3) Bei den meisten Pilzen und den Rhodophyceen sind beide sich vereinigende Zellen mit Membran umgeben. Bei den Zygomyceten wird die Wand zwischen den beiden sich vereinigenden Zellen resorbirt und dadurch deren Inhalt vereinigt; da die beiden Zellen voneinander nicht verschieden sind, kann der Vorgang mit der Conjugation verglichen werden. In den übrigen genauer untersuchten Fällen kann jedoch eine offene Communikation nicht immer sicher nachgewiesen werden, und die weibliche Zelle, oft von Gestalt eines schraubig gewundenen Fadens, wird befruchtet entweder durch Anlegen eines männlichen Fadens (s. Fig. 104 *B*) oder einer isolirten, passiv beweglichen, mit Membran umgebenen Zelle, des Spermatiums (s. Fig. 95 *A*). Diese letzteren setzen sich an bestimmte vorgebildete, oft haarförmige Fortsätze (Trichogyne) der weiblichen Zelle an, und man sieht zuweilen als Folge der Befruchtung Veränderungen in deren Inhalt von der Ansatzstelle des Spermatiums aus nach rückwärts fortschreitend eintreten.

Wo die Trichogyne aus mehreren Zellen besteht (Fig. 102), muß also der befruchtende Stoff mehrere Zellenwände durchwandern. Besonders merkwürdig ist, daß bei verschiedenen Rhodophyceen die befruchtete Zelle sich erst noch mit einer anderen Zelle vereinigt, bevor sie sich zum eigentlichen Geschlechtsprodukt entwickelt.

§ 63. **Das Geschlechtsprodukt; der Generationswechsel.** Eizellen, welche im Momente der Befruchtung nackte Primordialzellen sind, zeigen als erste Folge derselben die Bildung einer Cellulosemembran (die abweichenden Vorgänge bei den Gymnospermen sollen später erwähnt werden); ebenso auch die aus Vereinigung zweier gleicher Gameten hervorgegangenen Zellen. Entwickelt sich die befruchtete Eizelle sofort weiter, so heißt das Jugendstadium des daraus hervorgehenden Produktes Keim oder Embryo.

Wenn wir von einigen Fällen absehen, deren Vergleich mit der großen Mehrzahl einige Schwierigkeiten bietet, so können wir nach der Ausbildung des Geschlechtsproduktes folgende Reihe aufstellen:

1) Das Geschlechtsprodukt geht alsbald in ein einzelliges Ruhestadium über, welches je nach der Entstehung durch Conjugation oder aus einer differenten Eizelle Zygospore (Zygote) oder Oospore genannt wird und

bei der Keimung ein einziges neues Individuum erzeugt, z. B. Spirogyra, Characeen, Vaucheria (bei Fucus u. a. fällt nur das Ruhestadium aus).

2) Aus einer ebensolchen Zygo- oder Oospore gehen bei der Keimung mehrere neue Individuen hervor; z. B. zahlreiche Chlorophyceen, wie Volvox, Ulothrix, Sphaeroplea, Oedogonium, Coleochaete.

3) Die befruchtete Eizelle entwickelt sich sofort zu einer Sporenfrucht, d. h. zu einer Mehrzahl von Sporen, welche noch von einer aus der Umgebung des weiblichen Organs hervorgehenden Hülle umgeben sein können; jede Spore erwächst zu einem neuen Individuum; z. B. die Rhodophyceen (vielleicht auch die Uredineen); die Ascomyceten schließen sich hier an, nähern sich jedoch schon dem folgenden Typus.

4) Die befruchtete Eizelle entwickelt sich sofort zu einem Gebilde, welches nur an bestimmten Stellen Sporen und zwar auf ungeschlechtlichem Wege bildet. Aus den Sporen gehen wieder Individuen mit Sexualorganen hervor. So verhalten sich die Muscineen und Pteridophyten. Bei den ersteren stehen die Sexualorgane auf beblätterten Stämmen (oder einem Thallus); das aus der Eizelle hervorgehende Produkt ist eine häufig gestielte Kapsel, in welcher die Sporen entstehen. Bei den letzteren stehen die Sexualorgane auf einem Thallus; das Geschlechtsprodukt ist die in Stamm und Blatt gegliederte Pflanze, welche an bestimmten Stellen die Sporen erzeugt.

5) Aus der Eizelle geht sofort (mit einer späteren, für die gegenwärtige Betrachtung unwesentlichen Unterbrechung) eine Pflanze hervor, deren Sporen, ohne sich zu neuen Pflanzen zu entwickeln, sofort zugleich die Sexualorgane bilden: Phanerogamen.

Der Vorgang einer regelmäßigen Abwechslung zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung, wie er am deutlichsten in dem unter 4) namhaft gemachten Typus hervortritt, wird als **Generationswechsel** bezeichnet. Derselbe besteht also mit anderen Worten darin, daß das Geschlechtsprodukt auf ungeschlechtlichem Wege Sporen erzeugt, einen anderen Bau besitzt als die mit Geschlechtsorganen versehene Pflanze, und daß letztere erst wieder aus den Sporen hervorgeht. Es wird somit hier der Entwickelungsgang einer jeden Pflanze durch den Sexualprozeß in zwei Abschnitte, **Generationen**, zerlegt; die erste oder geschlechtliche Generation wird dargestellt durch die sich geschlechtlich fortpflanzende Pflanze, die zweite oder ungeschlechtliche Generation durch die wohl geschlechtlich entstandene, sich aber ungeschlechtlich durch Sporen fortpflanzende. Von unten zu nennenden abnormen Vorkommnissen abgesehen, stehen also diese beiden Fortpflanzungsweisen in dem Verhältnis nothwendiger Aufeinanderfolge.

Suchen wir nun, vom 4. Typus ausgehend, den Generationswechsel in den übrigen Typen zu verfolgen, so finden wir, daß derselbe bei den Phanerogamen (5. Typus) erlischt, indem die Gesammtentwickelung der Pflanze der zweiten Generation angehört, die erste Generation nur angedeutet wird; andrerseits gestatten die Verhältnisse, welche im 3. Typus herrschen, noch eine Unterscheidung der beiden Generationen, indem die Sporenfrucht als

zweite Generation zu betrachten ist; hingegen ist bei Typus 1 und 2 die zweite Generation so wenig entwickelt, daß ihre Unterscheidung nur für den theoretischen Vergleich von Werth ist. Es ergiebt sich also im allgemeinen, daß, wenn wir in obiger Reihe von den einfacheren Pflanzen zu den höheren emporsteigen, die zweite Generation mit jeder Stufe an Entwickelung zunimmt, die erste hingegen immer mehr abnimmt.

Bei den Muscineen und Pteridophyten giebt es keine andere ungeschlechtliche Fortpflanzung als diejenige, welche den Abschluß der geschlechtlich erzeugten Generation bildet, und die hier ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen werden ausschließlich als Sporen bezeichnet; alle übrigen Vorgänge, welche zur Erzeugung neuer Individuen führen, so die Brutzellen und Brutknospen, welche bei den Muscineen in der ersten, bei den Pteridophyten in beiden Generationen auftreten, fallen unter den Begriff der vegetativen Vermehrung.

Bei den Thallophyten dagegen finden wir außer der mit der ungeschlechtlichen Generation genannter Pflanzen vergleichbaren ungeschlechtlichen Fortpflanzung, der eigentlichen Sporenbildung, noch andere Vorgänge ungeschlechtlicher Fortpflanzung, die sich nicht geradezu mit der vegetativen Vermehrung der höheren Pflanzen in eine Linie stellen lassen, und es haben daher die Bezeichnungen: ungeschlechtliche Fortpflanzung, Sporen, für die Thallophyten einen anderen, weiter zu fassenden Sinn. Vielfach tritt hier ungeschlechtliche Fortpflanzung viel häufiger auf, als die geschlechtliche, und man spricht dann ebenfalls von ungeschlechtlichen Generationen, die z. B. zahlreich während des Sommers aufeinanderfolgen, bis in der Regel vor Eintritt der Vegetationsruhe Individuen mit Sexualorganen auftreten. Diese Aufeinanderfolge gleichartiger oder ungleichartiger Generationen kann wohl auch mit dem allgemeinen Ausdruck Generationswechsel bezeichnet werden, ist aber doch prinzipiell verschieden von der Erscheinung, für welche wir oben speziell die Bezeichnung Generationswechsel angewandt haben; man unterscheidet daher auch wohl den Generationswechsel in unserem Sinne als embryonalen Generationswechsel.

§ 64. **Vertheilung der Fortpflanzungsorgane nach Individuen und Lebensdauer.** Pflanzen mit geschlechtlicher Fortpflanzung tragen die männlichen und weiblichen Sexualorgane entweder auf demselben Individuum vereinigt: monöcische (einhäusige) Pflanzen, oder auf verschiedene Individuen vertheilt: diöcische (zweihäusige); in letzterem Falle giebt es also männliche und weibliche Individuen*). Als Beispiele für monöcische Pflanzen seien genannt die Vaucherien, Saprolegnien, die meisten Moose und Pteridophyten, die meisten Nadelhölzer und Angiospermen; diöcisch hingegen sind z. B. in der Regel die Spirogyren, da die Conjugation normal zwischen Zellen verschiedener Fäden stattfindet, manche Moose, wie Mar-

*) Der Kürze halber wendet man für männliche Pflanzen, Blüthen u. s. w. das Zeichen ♂, für weibliche das Zeichen ♀ an; ☿ bedeutet zwitterig.

chantia, Arten von Fissidens u. a., die Geschlechtsgeneration der heterosporen Pteridophyten, von Coniferen Taxus, von Angiospermen die Weiden, Spargel, Hanf u. a. Bei monöcischen Pflanzen kommt es nicht selten vor, daß trotz der Anwesenheit beider Geschlechter auf demselben Individuum doch eine wirksame Befruchtung nur dann erfolgt, wenn die sich vereinigenden Zellen von verschiedenen Individuen stammen, wie dies für viele Phanerogamen bekannt ist; eine Annäherung an dieses Verhältnis findet sich schon bei manchen Algen, wo nur die verschiedenen Mutterzellen entstammenden Schwärmzellen conjugiren (z. B. Acetabularia).

Bei denjenigen Pflanzen, deren ungeschlechtliche Generation eine mehr oder minder selbständige Entwickelung erfährt, sind deren Individuen natürlich geschlechtslos, neutral, so die Früchte der Moose, die Pflanzen der meisten Pteridophyten (daß bei einigen Gruppen dieser letzteren schon die Sporen verschiedenen Geschlechts sind, soll später ausführlich gezeigt werden); ebenso giebt es bei Thallophyten geschlechtslose, neutrale Individuen, welche sich nur ungeschlechtlich fortpflanzen, und mit der Bildung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane ihre Entwickelung abschließen. Hiermit darf nicht verwechselt werden, daß jüngere Individuen geschlechtlicher Pflanzen ebenfalls geschlechtslos erscheinen, weil die Sexualität sowie die Fähigkeit zur Fortpflanzung überhaupt sehr häufig erst in späterem Alter sich einstellt.

Es ist ferner von Wichtigkeit, ob eine Pflanze nur einmal Fortpflanzungsorgane, seien dies nun geschlechtliche oder ungeschlechtliche, erzeugt und hiermit ihr Leben abschließt, oder ob diese Bildung sich im Lebenslauf des Individuums öfter, im allgemeinen unbegrenzt, wiederholen kann. Man unterscheidet hiernach monokarpische und polykarpische Pflanzen. *Monokarpisch* sind z. B. die Conjugaten, Sphaeroplea, Coleochaete, bei welchen allen mit der Reife der Geschlechtsprodukte das Individuum abstirbt, die Mycelien der meisten Mucor-Arten, die Moosfrüchte, die Prothallien der meisten Pteridophyten, die Sporenpflanze von Salvinia, zahlreiche Phanerogamen, wie die Getreidearten, Digitalis, Agave. *Polykarpisch* dagegen sind z. B. Fucus, die ungeschlechtlichen Pflanzen von Penicillium, die perennirenden Mycelien von Uredineen, wie Gymnosporangium, die meisten Geschlechtspflanzen der Moose, die meisten Sporenpflanzen der Pteridophyten, zahlreiche Phanerogamen, so alle Bäume. Unter den höheren Pflanzen sind die polykarpischen sämmtlich mehrjährig und heißen Stauden (♃), wenn sie unterirdisch, Holzpflanzen (♄), wenn sie mit oberirdischen Theilen ausdauern; die monokarpischen höheren Pflanzen dagegen sind Kräuter, meist *einjährig* (⊙), wenn sie in einer Vegetationsperiode ihren Lebenslauf vollenden, z. B. die Getreidearten, Tabak, oder *zweijährig* (biennes, ⊙), indem sie erst im zweiten Sommer Fortpflanzungsorgane tragen, seltener *mehrjährig*, z. B. Agave.

§ 65. **Parthenogenesis und Apogamie.** Von dem normalen Verlauf der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen bei einzelnen Pflanzen Abweichungen in der Art vor, daß dasselbe Produkt, welches normal durch den

Sexualakt entstehen sollte, ohne einen solchen zu stande kommt. Parthenogenesis wird derjenige Fall genannt, daß die weiblichen Sexualorgane und die Eizelle in völlig normaler Weise gebildet werden, daß aber letztere, ohne mit einer männlichen Zelle in Berührung gekommen zu sein, sich dennoch weiter entwickelt. Ein unbestrittenes Beispiel solcher echter Parthenogenesis im Pflanzenreich bietet Chara crinita, welche Species überhaupt fast niemals männliche Organe entwickelt.

Wesentlich verschieden hiervon ist die Apogamie, nämlich die Erscheinung, daß die Sexualorgane nicht gebildet werden oder wenigstens nicht funktioniren, sondern das Gebilde, welches normal Geschlechtsprodukt sein sollte, durch Sprossung aus der Mutterpflanze hervorgeht. So entsteht bei einigen Farnen (z. B. Pteris cretica) die beblätterte sporenbildende Pflanze, welche normal aus der befruchteten Eizelle der Geschlechtspflanze hervorgehen sollte, direkt durch Sprossung aus dem Gewebe der Geschlechtspflanze, so bei einigen Phanerogamen (z. B. Funkia, Coelebogyne) Embryonen anstatt aus einer Eizelle, durch Knospung aus dem den Embryosack umgebenden Gewebe. In weiterem Sinne kann man hierher alle Fälle rechnen, in denen eine Pflanze überhaupt keine oder nur höchst selten Sexualorgane entwickelt, sondern nur auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzt, so z. B. manche Moose, deren Früchte noch unbekannt sind, viele Pilze, manche Allium-Arten u. a.

Eine analoge, aber nicht eigentlich hierhergehörige Erscheinung ist das Überspringen der ungeschlechtlichen Sporenbildung bei Moosen, welches künstlich hervorgerufen werden kann, indem Stücke von Fruchtstielen auf feuchtem Substrat wieder die Anfänge der Geschlechtspflanze aus sich hervorgehen lassen.

§ 66. **Hybridität.** Es ist im Vorigen stillschweigend als selbstverständlich vorausgesetzt worden, daß die sich vereinigenden Geschlechtszellen der nämlichen Pflanzenart angehören. Wenn nun auch eine Befruchtung zwischen Pflanzen aus verschiedenen größeren Gruppen des Systems unmöglich ist, so kommt es doch nicht gerade selten vor, daß Geschlechtszellen, von zwei nahe verwandten Arten abstammend, ein entwickelungsfähiges Produkt liefern. Doch wirken außer der Nähe der Verwandtschaft noch andere unbekannte Faktoren mit; während z. B. zwischen dem nahe verwandten Apfel- und Birnbaum eine Befruchtung nicht möglich ist, findet eine solche statt zwischen zahlreichen Arten der Gattungen Salix, Cirsium u. a., ohne daß die sich am leichtesten gegenseitig befruchtenden auch gerade die nächsten Verwandten wären. Auch zwischen Arten, welche verschiedenen Gattungen gehören, hat man Bastarde erzielt oder beobachtet (z. B. bei Orchideen, Gräsern). Das durch die Befruchtung zwischen verschiedenen Arten entstandene Produkt zeigt in seinen Eigenschaften eine Mischung der Eigenschaften seiner beiden Stammpflanzen und heißt Bastard oder hybrid. Man hat insbesondere bei zahlreichen Phanerogamen solche Bastarde künstlich erzeugt oder beobachtet, und dabei gefunden, daß in der Regel die sexuelle Fähigkeit des Bastards geschwächt ist, insbeson-

dere die männlichen Zellen, die Pollenkörner mangelhaft ausgebildet und nicht funktionsfähig sind; ähnlich sind auch die Sporen mancher ihren Eigenschaften nach für Bastarde zu haltenden Farne und Equiseten verkümmert; von anderen Kryptogamen hat man bei den Moosen Bastarde (Früchte) zu finden geglaubt, bei einer Alge (Fucus) wurde die Eizelle künstlich mit den Spermatozoiden einer verwandten Art befruchtet und entwickelte sich auch weiter.

Vierter Theil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung. Bei einer systematischen Eintheilung der Pflanzen kann man auf zweierlei Weise verfahren. Entweder will man nur die große Zahl der verschiedenen Pflanzenformen nach irgend einem Prinzip so eintheilen, daß überhaupt durchgreifende Ordnung entsteht, vermittelst deren man im stande ist, jeder Pflanze einen Platz anzuweisen und sie wiederzufinden. Derartige Systeme sind früher vielfach aufgestellt worden und führen den Namen künstliche Systeme. Es wird hierbei das Eintheilungsprinzip mehr oder weniger willkürlich im voraus bestimmt, ohne Rücksicht darauf, ob bei der so getroffenen Eintheilung auch immer die wirklich verwandten Pflanzenformen zusammenkommen, die weniger verwandten auseinandergehalten werden. Das bekannteste derartige System ist das sogenannte Sexualsystem von Linné, welcher die Pflanzen nach der Zahl und Verwachsungsweise der Sexualorgane eintheilte. Dieselben waren aber zu seiner Zeit nur für die Phanerogamen (die Samenpflanzen) bekannt; für die große Zahl der Kryptogamen, welche bei Linné gleichsam nur als Anhang erscheinen, läßt sich dieses Prinzip nicht durchführen.

Das natürliche System, für dessen Entwickelung gerade die genauere Kenntnis der Fortpflanzung der Kryptogamen von der höchsten Bedeutung war, hat die Aufgabe, die Pflanzen nach ihren inneren Verwandtschaften zusammen zu ordnen; da diese aber von der Natur ein für allemal gegeben sind, hängt die Aufstellung des natürlichen Systems nicht von der Wahl eines willkürlichen Eintheilungsprinzips ab, sondern ist bedingt durch den Stand unserer Kenntnisse dieser inneren Verwandtschaften. Dieselben sprechen sich vorwiegend in der Struktur und den sonstigen Eigenschaften der Fortpflanzungsorgane, sowie in den Beziehungen der Fortpflanzung zum Generationswechsel aus.

Dies gilt hauptsächlich für die Aufstellung der größeren Abtheilungen des Pflanzenreichs; innerhalb jeder einzelnen Abtheilung aber kann sich die Verwandtschaft bald in dieser, bald in jener Weise kenntlich machen, ohne daß man im stande wäre, allgemeine Regeln für die Feststellung näherer Verwandtschaften aufzustellen.

Da die Forschungen über diesen Gegenstand noch lange nicht abgeschlossen sind, so ist auch das natürliche System noch nicht vollkommen ausgebildet; die verschiedenen übersichtlichen Darstellungen, welche man als solche bezeichnet, sind daher nur mehr oder minder vollkommene Annäherungen an die Wahrheit. Somit kann auch das hier in folgendem zu Grunde gelegte System nicht als das einzig richtige betrachtet werden; es wurde nur deshalb gewählt, weil die hier gegebene Eintheilung dem gegenwärtigen Stand der Morphologie und Verwandtschaftslehre am besten zu entsprechen scheint.

Vorläufig mag folgende Übersicht die Hauptabtheilungen zur Anschauung bringen:

I. Gruppe. **Die Thallophyten.** *Pflanzen von sehr einfachem Bau, meist ohne Sonderung von Blatt und Stamm, ohne echte Wurzeln und Fibrovasalstränge, zum Theil ohne deutlichen Generationswechsel.*

Abtheilung A. **Schizophyten.**
Klasse 1. Schizophyten.

Abtheilung B. **Algen.**
Klasse 2. Conjugaten.
– 3. Diatomeen.
– 4. Chlorophyceen.
– 5. Phaeophyceen.
– 6. Characeen.
– 7. Rhodophyceen.

Abtheilung C. **Myxomyceten.**
Klasse 8. Myxomyceten.

Abtheilung D. **Fungi.**
Klasse 9. Fungi (echte Pilze).

II. Gruppe. **Die Muscineen.** *Aus der Spore entsteht die meist in Stamm und Blatt gegliederte, aber der Fibrovasalstränge und Wurzeln entbehrende Pflanze, welche die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird eine sporenbildende Kapsel.*

Klasse 10. Lebermoose (Hepaticae).
– 11. Laubmoose (Musci).

III. Gruppe. **Die Pteridophyten.** *Aus der Spore entsteht ein kleines Prothallium, welches die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird die in Stamm, Blatt, Wurzeln gegliederte Pflanze mit Fibrovasalsträngen, welche wieder Sporen erzeugt.*

Klasse 12. Filicinen.
– 13. Equisetinen.
– 14. Lycopodinen.

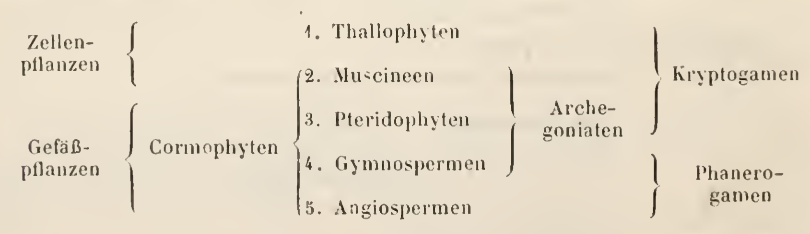
IV. Gruppe. **Die Gymnospermen.** *Die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze ist ebenfalls in Stamm, Blatt und Wurzeln gegliedert und besitzt Fibrovasalstränge; die aus den Sporen entstehenden Prothallien leben nicht selbständig, sondern auf der Mutterpflanze: erst der durch Befruchtung entstandene Embryo wird eingeschlossen im Samen abgeworfen.*

Klasse 15. Cycadeen.
– 16. Coniferen.
– 17. Gnetaceen.

V. Gruppe. **Die Angiospermen.** *Gliederung und Samenbildung wie bei vorigen; aber es werden keine Prothallien gebildet.*

Klasse 18. Monocotyledonen.
– 19. Dicotyledonen.

Hebt man die mehreren Gruppen gemeinsamen Merkmale den übrigen gegenüber hervor, so stehen den beiden letzten Gruppen, den Phanerogamen, als samentragenden Pflanzen, die drei übrigen Gruppen zusammen als sporenbildende oder Kryptogamen gegenüber. Den Thallophyten und Muscineen zusammen als gefäßlosen, Zellenpflanzen, stehen die drei übrigen als Gefäßpflanzen, d. h. mit Fibrovasalsträngen versehene gegenüber; den blattlosen Thallophyten endlich die anderen als Cormophyten, d. h. in Stamm und Blatt gegliedert. Berücksichtigt man noch die Übereinstimmung im Bau der weiblichen Sexualorgane, der Archegonien, bei den Gruppen II, III, IV, so kann man diese als Archegoniaten zusammenfassen. Diese Beziehungen werden durch folgende Übersicht deutlich hervortreten:



Die oben angeführten Klassen sind von sehr ungleichem Umfang; während einzelne (wie z. B. die Equisetinen) nur wenige, zum Theil einander sehr nahe verwandte Formen enthalten, finden sich in anderen (z. B. bei den Dicotyledonen, den Pilzen) eine ungeheure Anzahl, viele Tausende verschiedener Formen; diese Ungleichheit liegt im Wesen des natürlichen Systems begründet; denn einerseits ist es ja nicht nothwendig, daß innerhalb eines durch eine Klasse repräsentirten Bildungstypus sich eine große Mannigfaltigkeit entfalte; andrerseits darf man mit Grund annehmen, daß die jetzt lebenden wenigen Repräsentanten mancher Klassen (so besonders z. B. der Lycopodinen) nur spärliche Überreste zum Theil untergegangener mannigfaltiger und massenhaft entwickelter Abtheilungen sind.

Diejenigen Klassen, welche eine hinreichende Zahl von Formen enthalten, werden noch in Unterabtheilungen eingetheilt, nämlich in Reihen (series), diese in Zünfte (tribus), diese in Ordnungen (ordines), diese in Familien (familiae) und je nach Bedürfnis diese Abtheilungen wieder in Unterordnungen (subordines) etc. Doch herrscht in der Anwendung dieser Namen auf die verschiedenen Unterabtheilungen große Willkür. Die beiden engsten systematischen Begriffe, die Gattung (genus) und die Art (species), dienen zugleich zur Bezeichnung des Namens jeder einzelnen Pflanze. Zu einer Art rechnet man alle diejenigen Individuen, welche untereinander so übereinstimmen, als ob sie die unmittelbaren Nachkommen eines Individuums wären. Es können allerdings (aber doch verhältnismäßig nur selten) bei der Fortpflanzung unerwartet neue Eigenschaften auftreten; die mit diesen neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen werden dann bei der Eintheilung und Namengebung als Varietäten der Art untergeordnet. Mehrere Arten, welche untereinander so auffallend übereinstimmen, daß sie schon durch ihre Gesammterscheinung sich als nahe verwandt darstellen, werden zu einer Gattung zusammengefaßt. Die Umgrenzung der Gattungen ist dem entsprechend keine feste, sondern nach der Auffassung des Einzelnen veränderlich. Innerhalb größerer Gattungen werden die Arten wieder zu Untergattungen (subgenera) oder Gattungssektionen gruppirt.

Der wissenschaftliche Name jeder Pflanze besteht nach der durch Linné eingeführten Namengebung aus zwei Worten, deren erstes die Gattung, deren zweites die Art bezeichnet; so sind z. B. der gemeine Wegerich, Plantago maior, und der Spitzwegerich, Plantago lanceolata, zwei Arten der Gattung Plantago. Da oft dieselben Pflanzen, zumal in früheren Zeiten, von verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen und andrerseits verschiedene Pflanzen mit dem gleichen Namen belegt worden sind, so ist es, um Verwechslung zu vermeiden, in wissenschaftlichen Werken nöthig, dem Namen der Pflanze noch den Namen desjenigen Botanikers, des Autors, und zwar die häufigeren in Abkürzung beizusetzen, der ihr diesen Namen gegeben hat. So bedeutet z. B. Plantago lanceolata L., daß Linné der Pflanze diesen Namen gegeben hat, und zugleich, daß wirklich die von Linné beschriebene Pflanze gemeint ist. Oder z. B. die Rothtanne, Fichte, heißt Abies excelsa DC. (De Candolle), während dieselbe Pflanze von Linné in die Gattung Pinus mit dem Namen Pinus Abies L. gestellt worden war; diese beiden Namen sind also gleichbedeutend, synonym; hingegen Pinus Abies Duroi ist eine andere Pflanze, die Edel- oder Weißtanne.

In welcher Weise jeder Pflanze ihr Platz im natürlichen System angewiesen ist, zeigen folgende Beispiele von Plantago maior und vom Fliegenschwamm, Agaricus muscarius.

1. Gruppe: Angiospermen.
Klasse: Dicotyledoneae.
Unterklasse: Gamopetalae.
Zunft: Anisocarpeae.

Unterzunft: Hypogynae.
Ordnung: Labiatiflorae.
Familie: Plantagineae.
Gattung: Plantago.
Art: maior.

2. Gruppe: Thallophyten.
Klasse: Fungi.
Abtheilung: Basidiomycetes.
Ordnung: Hymenomycetes.
Familie: Agaricinae.
Gattung: Agaricus.
Untergattung: Amanita.
Art: muscarius.

Erste Gruppe.

Die Thallophyten.

Die Gruppe der Thallophyten wird von den niedrigst organisirten Pflanzen gebildet, deren Vegetationskörper meist noch keine Gliederung in Stamm und Blatt erfahren hat, daher als Thallus zu bezeichnen ist, auch niemals echte Wurzeln oder Fibrovasalstränge besitzt. Die einfachsten Formen sind einzellig, d. h. sie bestehen zeitlebens aus einer einzigen Zelle; doch können mehrere solcher unter sich gleichwerthiger Zellen zu einer Kolonie verbunden sein und bilden, wenn die Theilung stets in der gleichen Richtung stattfindet, Fäden, an welchen ein Gegensatz von Basis und Scheitel nicht vorhanden ist. Hieran schließen sich unmittelbar Formen, deren mehrzelliger Vegetationskörper von Zellreihen, Zellflächen oder Zellkörpern gebildet wird. Den höchst entwickelten Formen der Algen kommen echte beblätterte Stämme zu.

Die Zellen der Thallophyten entbehren entweder jeder Differenzirung des Protoplasmas, oder enthalten Zellkerne, oder außer diesen noch Plastiden. Der Farbstoff der letzteren ist theils reines Chlorophyll, theils Chlorophyll mit anderen Farbstoffen gemengt, so daß sie ledergelb, braun oder roth erscheinen; diese Farbstoffe sind meist innerhalb gewisser Verwandtschaftskreise konstant. Vielen Thallophyten fehlt das Chlorophyll vollständig und es sind diese daher nicht im stande, sich selbständig zu ernähren.

Geschlechtliche Fortpflanzung existirt bei den niedrigsten Formen überhaupt nicht, bei den übrigen finden wir sie in Form von Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; die Sexualorgane sind von verschiedener Gestalt und Ausbildung; doch fehlt ihnen durchgehends der

charakteristische Bau, den wir in der folgenden Gruppe kennen lernen werden. Das Geschlechtsprodukt ist entweder eine Spore, welche einer oder mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt, oder eine Sporenfrucht, d. h. eine Anzahl echter Sporen mit oder ohne Hülle; nur in wenigen Fällen wächst die befruchtete Eizelle sofort zu einer neuen vegetativen Pflanze heran. Außer der geschlechtlichen Fortpflanzung und der damit verbundenen Bildung echter Sporenfrüchte finden sich noch verschiedene andere Formen von ungeschlechtlicher Fortpflanzung. — Wenn auch die Sexualorgane noch lange nicht für alle Formen nachgewiesen sind, dürfen wir doch deren Anwesenheit für viele Formen voraussetzen und werden hierzu durch die übrigen Verwandtschaftsbeziehungen der betreffenden Formen zu solchen mit zweifelloser Sexualität veranlaßt.

Als eine Eigenthümlichkeit dieser Gruppe, welche aber durchaus nicht allen Abtheilungen derselben zukommt, sind die Schwärmzellen (Zoosporen) namhaft zu machen, hautlose Primordialzellen, welche durch wiederholte Zweitheilung, freie Zellbildung oder Vollzellbildung entstehen, mit Bewegungsorganen, den Cilien, versehen sind und längere Zeit sich aktiv im Wasser umherbewegen. Es sind theils ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche, zur Ruhe gekommen, sich mit Membran umgeben und zu neuen Pflanzen heranwachsen, theils aber auch bewegliche Sexualzellen (Gameten).

Man pflegte die Gruppe in zwei Klassen, die Algen und Pilze einzutheilen, und faßte in ersterer die chlorophyllhaltigen, meist im Wasser oder an feuchten Orten lebenden Formen zusammen, in letzterer die chlorophyllfreien. Berücksichtigt man aber zum Zwecke einer natürlichen Eintheilung der Gruppe sämmtliche Charaktere, so ergiebt sich, daß allerdings die bisherige Klasse der Pilze nach Ausscheidung einiger heterogener Formengruppen eine zusammengehörige Entwickelungsreihe vorstellt, daß aber die bisherige Klasse der Algen in eine größere Anzahl der Pilzreihe gleichwerthiger Reihen aufzulösen ist. Wir bezeichnen diese Entwickelungsreihen als ebensoviele Klassen, halten es aber für zweckmäßig, die mit Zellkernen und Plastiden versehenen Formen als besondere Abtheilung »Algen« zusammenzufassen; wir erhalten dann folgende Übersicht, in welcher die wichtigsten Charaktere gegenübergestellt sind, viele Eigenthümlichkeiten aber nicht ausgedrückt werden können.

A. Schizophyta. Zellen ohne Zellkerne und Plastiden, mit oder ohne Chlorophyll; Pflanzen von einfachstem Bau, ohne geschlechtliche Fortpflanzung.

Klasse I. Schizophyta.

B. Algae. Zellen mit Zellkernen und Chloroplastiden.

a) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Conjugation, keine Schwärmzellen.

Klasse II. Conjugatae. Chlorophyll rein.
Klasse III. Diatomeae. Chlorophyllkörper ledergelb.

b) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; meist mit Schwärmzellen.

Klasse IV. Chlorophyceae. Schwärmzellen multilateral; Chlorophyll meist rein.

Klasse V. Phaeophyceae. Schwärmzellen dorsiventral: Chlorophyllkörper braun oder olivengrün.

c) Befruchtung einer weiblichen Zelle; keine Schwärmzellen; Vegetationskörper meist hoch differenzirt.

Klasse VI. Characeae. Geschlechtsprodukt eine Oospore, erzeugt nur eine neue Pflanze; Chlorophyll rein.

Klasse VII. Rhodophyceae. Sporenfrucht; Chlorophyllkörper meist roth.

C. Myxomycetes. Vegetationskörper eine hautlose Protoplasmamasse mit zahlreichen Zellkernen, ohne Plastiden, ohne Chlorophyll.

Klasse VIII. Myxomycetes.

D. Fungi. Vegetative Zellen mit Membran, Zellkernen, aber ohne Plastiden, ohne Chlorophyll.

Klasse IX. Fungi. Conjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle, meist Sporenfrucht.

Die Klasse der Chlorophyceen ist als Hauptreihe zu betrachten, welche von sehr einfachen, vielleicht wirklich geschlechtslosen Formen ausgehend bis zu hoch entwickelten fortschreitet; an diese Reihe schließen sich, außer der folgenden Gruppe der Muscineen, zunächst die Phaeophyceen, Characeen und Rhodophyceen an; ferner dürfen wir von ihnen auch die Reihe der Fungi ableiten; die Conjugaten und Diatomeen, sowie die Schizophyten dagegen sind niedrig organisirte Gruppen ohne Anschluß an höhere, während die Myxomyceten eine ganz isolirte Stellung einnehmen.

Abtheilung A.

Klasse I.

Schizophyta.

Pflanzen von einfachstem Bau, ohne sexuelle Fortpflanzung, ohne Schwärmzellenbildung; die Vermehrung geschieht ausschließlich durch Zelltheilung; nur für wenige Formen sind Dauerzellen, mit dickerer Membran, sog. »Sporen« bekannt. Die meist sehr kleinen Zellen enthalten weder Zellkern noch Plastiden, sind farblos oder mit gleichmäßig gefärbtem Protoplasma versehen; sie sind zu Fäden, Flächen oder Zellkörpern vereinigt oder leben einzeln.

Ordnung 1. Cyanophyceae.

Mit blaugrünem Protoplasma.

Die Zelltheilung findet bei einigen Gattungen nach den drei Richtungen des Raumes statt, so bei Gloeocapsa (Fig. 84), bei welcher die einzelnen

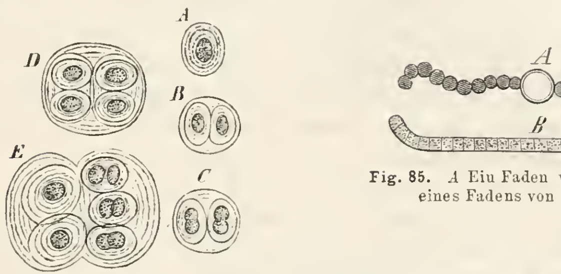


Fig. 85. *A* Ein Faden von Nostoc; *B* Ende eines Fadens von Oscillaria (300).

Fig. 84. Gloeocapsa (300) in verschiedenen Alterszuständen; durch wiederholte Theilungen wird *A* zu *B*, *C*, *D*, *E* (nach *Sachs*).

Zellen von den gallertig aufquellenden Membranen umhüllt bleiben, und bisweilen zu umfangreichen Kolonien vereinigt sind; diese letzteren erscheinen als schwärzliche oder dunkelblaugrüne Überzüge an Felsen, auf Moospflanzen. Seltener ist die Bildung von Zellflächen (Merismopoedia), häufiger dagegen die Bildung von Zellreihen, welche sich durch Quertheilung sämmtlicher Gliederzellen (mit Ausnahme der sich eigenartig ausbildenden Grenzzellen von Nostoc) vergrößern. Dies ist der Fall bei Oscillaria (Fig. 85 *B*), deren Fäden eigenthümlich kreisende Bewegungen ausführen; dieselbe findet sich häufig in stagnirenden Gewässern in Form schwimmender blaugrüner oder bräunlicher Rasen, welche einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten. — Bei Nostoc (Fig. 85 *A*), dessen Gliederzellen sich abrunden und dem Faden dadurch die Gestalt einer Perlenschnur verleihen, liegen die Fäden in eine Gallertmasse eingebettet, welche nach Regenwetter sich auf Wegen, sandigen Plätzen oft in großer Menge bemerkbar macht, im trockenen Zustande zu unscheinbaren schwärzlichen Klumpen zusammenschrumpft. Eigenthümlich ist das konstante Vorkommen von Nostoc in Höhlungen höherer Pflanzen (von Lebermoosen bei Blasia, Anthoceros, von Pteridophyten bei Azolla, von Phanerogamen bei Gunnera u. a.). — Ähnliche Formen, wie Cylindrospermum u. a., bilden einzelne Gliederzellen zu größeren, dickwandigen »Sporen« aus. — Ähnlich gehen bei den Rivularien, deren Fäden in polsterartigen Rasen auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen radienartig angeordnet sind, die untersten Gliederzellen in Dauerzustand über.

Ordnung 2. Schizomycetes, Spaltpilze.

Ohne Chlorophyllgehalt.

Winzig kleine Gebilde, an denen man kaum mehr als ihre Umrisse

erkennen kann, welche daher auch leicht mit ganz heterogenen Dingen verwechselt werden können. Nur bei Sarcine, welche im Mageninhalt des Menschen vorkommt, findet Theilung nach den drei Richtungen des Raumes statt, bei allen übrigen nur in einer einzigen Richtung. Die einzelnen Zellen sind theils kugelig (Micrococcus, Fig. 86 *a*), theils stäbchenförmig (Bacterium, Fig. 86 *b*), bisweilen zu geraden (Bacillus) oder gewundenen (Spirillum, Fig. 86 *c*) Fäden aneinandergereiht. Bei Bacillus kommen Sporen vor, d. h. einzelne Gliederzellen verändern sich und zeichnen sich durch längere Lebensdauer und größere Resistenz gegen schädliche Einwirkungen aus. — Durch ihren Vegetationsprozess erregen die Spaltpilze die Fäulnis zahlreicher organisirter Substanzen; einige erzeugen Farbstoffe (z. B. die rothe Farbe des sog. »blutenden Brodes«, andere spielen eine Rolle bei manchen ansteckenden Krankheiten der Menschen (Diphtherie, Cholera, Typhus) und Thiere (Milzbrand).

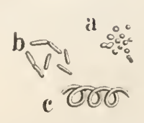


Fig. 86. Schizomyceten (500mal vergr.). *a* Micrococcus; *b* Bacterium; *c* Spirillum.

Abtheilung B.

Algae.

Die unter dem Namen Algen zusammengefaßten Thallophyten nach Ausschluß der früher ebenfalls hierher gerechneten chlorophyllhaltigen Schizophyten sind diesen gegenüber durch die Differenzirung des Protoplasmas, den übrigen Thallophyten gegenüber durch den Chlorophyllgehalt ausgezeichnet. Die Chloroplastiden oder Farbstoffkörper sind an Gestalt außerordentlich mannigfaltig, dem Chlorophyll sind häufig andere Farbstoffe beigemengt. Die Algen stimmen auch in der Lebensweise untereinander überein, indem sie sämmtlich im Wasser oder an wenigstens zeitweise feuchten Orten vorkommen.

Klasse II.

Conjugatae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen, deren Zellen sich stets in der gleichen Richtung theilen, einzeln leben oder zu unverzweigten Fäden vereinigt sind, ohne Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation der ganzen Protoplasmakörper je zweier vegetativer Zellen zu einer Zygospore.

Ordnung 1. Zygnemaceae.

Zellen stets radiär, zylindrisch, zu Fäden vereinigt, welche sich in großen schwimmenden Rasen in vielen Gewässern finden und durch die schöne grüne oder gelbliche Färbung, sowie die Zartheit ihrer Fäden zu erkennen geben. Die Chlorophyllkörper haben die Form von Spiralbändern, so bei Spirogyra (s. Fig. 44 auf S. 45), Sternen (Zygnema, Fig. 87 *A*), Platten (Mougeotia). Die Conjugation erfolgt in der Regel zwischen zwei Zellen verschiedener Fäden; aus der Zygospore erwächst nach längerer Ruhe nur eine neue Pflanze.

Ordnung 2. Mesocarpeae.

Das Copulationsprodukt wird nur theilweise zur Zygospore, indem peripherische Zellen davon abgetrennt werden.

Ordnung 3. Desmidiaceae.

Zellen meist bilateral oder dorsiventral, meist einzeln lebend, von mannigfaltiger, oft äußerst zierlicher Form, z. B. Closterium (Fig. 87 *B*), Cosmarium, Euastrum (Fig. 87 *C*) u. a. Die Conjugation findet meist außerhalb der Zellwände statt; aus der Zygospore erwachsen eine, zwei oder vier neue Pflanzen.

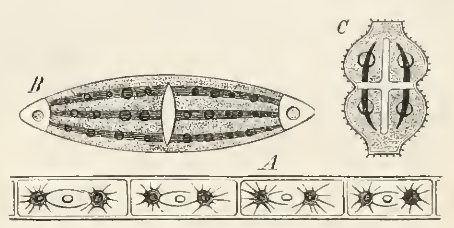


Fig. 87. *A* Stück eines Fadens von Zygnema; in jeder Zelle zwei sternförmige Chlorophyllkörper, verbunden durch eine farblose Protoplasmabrücke, in welcher der Zellkern liegt. *B* Closterium, *C* Euastrum, zwei Desmidiaceen mit Chlorophyllplatten (300).

Klasse III.

Diatomeae.

Zellen mit ledergelbem Chlorophyllkörper, nur in einer Richtung theilungsfähig, meist bilateral, mit verkieselten Membranen, einzeln oder zu Fäden vereinigt; keine Schwärmzellen; Fortpflanzung durch Auxosporen, welche bei einigen durch Conjugation entstehen.

Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei Schalen, welche übereinandergreifen, wie der Deckel über eine Schachtel (Fig. 88 *a*). Die Theilung erfolgt der Länge nach zwischen den beiden Schalen, und die neu hinzuwachsenden Schalen der Tochterzellen werden am Rande von den Schalen den Mutterzelle umfaßt; es werden daher bei fortgesetzter Theilung die

Individuen, wenigstens theilweise, immer kleiner. Sind so Individuen einer bestimmten Kleinheit entstanden, so tritt die Auxosporenbildung ein, nämlich Bildung sehr großer Zellen, bald durch bloßes Wachsthum, bald aber auch durch Conjugation zweier Protoplasmakörper. — Die Membranen sind mit äußerst feinen und zierlichen Verdickungen versehen. Einzelne frei lebende Formen, wie z. B. Navicula, Pinnularia, Fig. 88, sind mit einer eigenthümlichen, gleichsam kriechenden Ortsbewegung begabt; bei anderen (z. B. Melosira) sind die Zellen zu langen Fäden an einander gereiht und grenzen dann natürlich mit den Schalenseiten, d. h. den der jedesmaligen Theilungswand parallelen Flächen, aneinander.

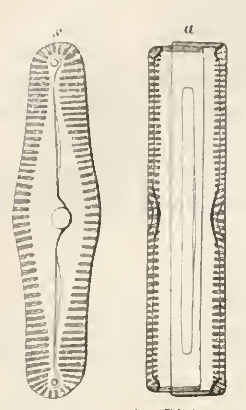


Fig. 88. Pinnularia, eine Diatomee (vergr. und schematisirt). *a* von der Gürtelseite; die beiden übereinandergreifenden Schalen sind sichtbar; *s* von der Schalenseite, d. h. von der Fläche der einen Schale.

Die Diatomeen finden sich sehr häufig und zahlreich in allen Gewässern, sowohl in süßen, als im Meere, bisweilen auch in feuchter Erde, zwischen Moosen. Die verkieselten Zellmembranen sind auch aus früheren Erdperioden erhalten geblieben und finden sich, Kieselguhr oder Infusorienerde genannt, stellenweise in großen Massen.

Klasse IV.

Chlorophyceae.

Meist chlorophyllgrüne Pflanzen von verschiedenem Bau. Die meisten bilden Schwärmzellen, welche an ihrem vorderen farblosen Ende zwei oder mehr Cilien tragen, seltener an ihrer ganzen Oberfläche mit kürzeren Cilien besetzt sind. Sehr häufig sind die als ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane dienenden Schwärmzellen größer als die schwärmenden Gameten der gleichen Art; erstere heißen alsdann Makrozoosporen, letztere Mikrozoosporen. Bei den höher entwickelten Formen findet die sexuelle Fortpflanzung nicht mehr durch Conjugation von Schwärmzellen statt, sondern die weiblichen Zellen sind unbeweglich und bilden sich einzeln, seltener zu mehreren, aus dem Protoplasma ihrer Mutterzellen, der Oogonien. Die männlichen Zellen, Spermatozoiden, den Mikrozoosporen der niedrigeren Formen mehr oder minder ähnlich gestaltet, entstehen zahlreich in den Antheridien. Das Geschlechtsprodukt ist meistens eine ruhende Spore, welche häufig bei der Keimung zunächst mehrere Schwärmzellen bildet und dadurch mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt; seltener tritt die Entwickelung zu einer neuen Pflanze sofort ein.

Nach der natürlichen Verwandtschaft theilen wir die Klasse in folgende vier Ordnungen ein, deren jede eine oder mehrere von niedrigeren

zu höheren Formen fortschreitende Reihen enthält, sowohl bezüglich der Fortpflanzung, als auch des vegetativen Baues.

Ordnung 1. Protococcoideae.

Die Zellen leben einzeln für sich oder sind zu Kolonien, fast niemals fadenförmig verbunden; Kolonien, in welchen die Anordnung der einzelnen Zellen nicht durch die Theilungsrichtung bestimmt wird, werden als Cönobien unterschieden. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Zweitheilung oder Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation von Schwärmzellen oder Befruchtung einer Eizelle.

Fam. 1. Pleurococcaceae. Die Zellen vermehren sich durch Zweitheilung, sind alle einander gleich.

Pleurococcus vulgaris findet sich regelmäßig in den grünen Überzügen an Baumrinden, feuchten Steinen.

Fam. 2. Hydrodictyeae. Bei der Gattung Hydrodictyum, Wassernetz, sind die langen zylindrischen, mit mehreren Zellkernen versehenen Zellen zu einem hohlen Netz (Cönobium) vereinigt; neue solche Netze entstehen dadurch, daß in den Zellen zahlreiche Schwärmzellen gebildet werden, welche im Innern ihrer Mutterzelle eine Zeit lang umherschwärmen und sich dann zu einem Netze ordnen, welches durch Auflösung der Wand der Mutterzelle frei wird. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Copulation von Mikrozoosporen; das Geschlechtsprodukt geht erst auf Umwegen wieder in die Bildung von Netzen über.

Fam. 3. Chlamydomonadeae. Die einkernigen Zellen leben für sich, sind mit je zwei Cilien versehen und aktiv beweglich. Die Mikrozoosporen copuliren meist.

Die Zellen von *Haematococcus lacustris* sind theilweise roth gefärbt und mit einer mantelartig abstehenden Zellhaut umgeben; sie leben stellenweise in Pfützen, schmelzendem Schnee, welche dadurch roth gefärbt erscheinen; Copulation kommt hier nicht vor, wohl aber bei der ähnlichen *Chlamydomonas*.

Fam. 4. Volvocineae. Zellen vom Bau der vorigen sind zu bestimmt geformten, sich bewegenden Kolonien verbunden.

Bei Pandorina vermehren sich die ungefähr kugeligen Kolonien (Fig. 89 *A*) dadurch, daß ihre Zellen sich wiederholt theilen und dadurch je einer neuen Kolonie, welche sich loslöst, den Ursprung geben. Fortpflanzung durch Copulation von Schwärmzellen (Fig. 89 *B*), welche ebenfalls durch Theilung der vegetativen Zellen entstehen.

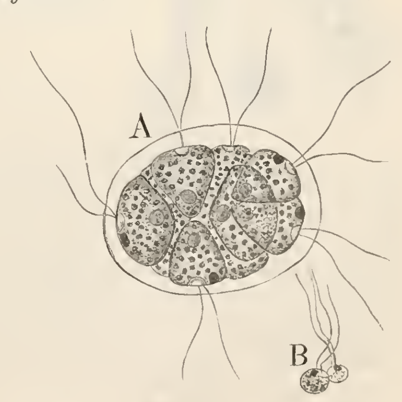


Fig. 89. Pandorina Morum (400mal vergr.). *A* eine schwärmende Kolonie, *B* zwei Schwärmzellen, in Conjugation begriffen.

Bei Volvox stellt die Kolonie eine Hohlkugel vor; einzelne der in einfacher Schicht angeordneten Zellen werden zu Oogonien mit je einer großen Eizelle, andere zu Antheridien, indem sie sich in zahlreiche kleine Spermatozoiden theilen. Aus der keimenden Spore entstehen, wie bei voriger, mehrere neue Pflanzen.

Ordnung 2. Ulotrichinae.

Die Schwärmzellen werden durch (Vollzellbildung oder) wiederholte Zweitheilung gebildet; die vegetativen Zellen enthalten je einen Zellkern und sind meist zu Zellreihen oder auch Zellflächen verbunden, nicht aktiv beweglich.

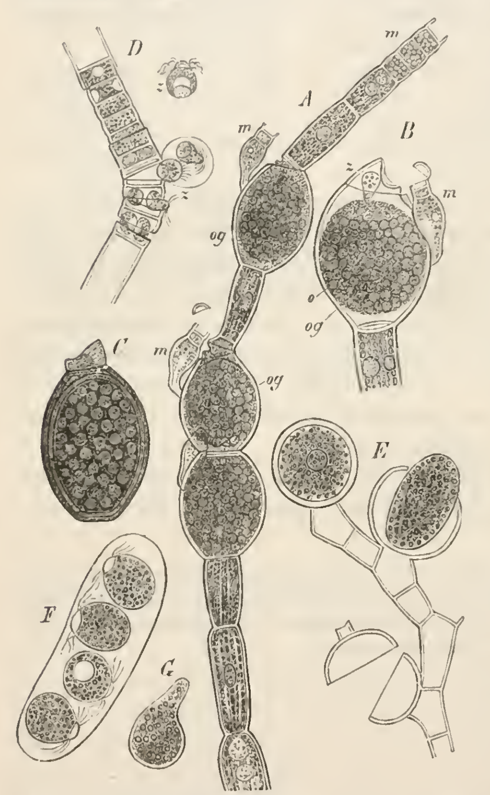


Fig. 90. *A* Oedogonium ciliatum (250); *og* befruchtete Oogonien: *m* die Zwergmännchen, welche ihre Spermatozoiden schon entlassen haben; sie sind erwachsen aus Schwärmzellen, die in den Zellen *m* am oberen Ende der Figur gebildet werden. *B* ein Oogonium derselben Pflanze im Augenblicke der Befruchtung; *og* Oogonium, *o* Eizelle, *m* Zwergmännchen. *z* Spermatozoid. *C* reife Oospore derselben Pflanze. *D* Oedogonium gemelliparum: die Spermatozoiden *z* treten aus ihren Mutterzellen aus. *E* Stück aus einer Pflanze von Bulbochaete, *F* die durch Theilung der Oospore von Bulbochaete entstandenen vier Schwärmzellen, deren jede zu einer neuen Pflanze auswächst (*G*) (nach *Sachs*).

Fam. 1. Ulvaceae. Die Zellen theilen sich nach zwei Richtungen und bilden eine zusammenhängende Fläche. Die Conjugation der Schwärmzellen ist noch nicht sicher festgestellt.

Ulva Lactuca und andere Arten sind große blattartige Formen im Meere, *Enteromorpha* von Gestalt eines hohlen Schlauches mit einschichtiger Wandung, auch im süßen Wasser.

Fam. 2. Ulotrichaceae. An der Basis festgewachsene Fäden; Conjugation der Schwärmzellen. Bei Ulothrix entstehen in den Gliederzellen entweder 1 bis 4 mit vier Wimpern versehene Makrozoosporen, oder 8 bis 32 kleinere, mit zwei Wimpern versehene Mikrozoosporen, aus deren Conjugation eine Spore hervorgeht; letztere entläßt bei der Keimung 2 bis 14 Schwärmzellen. Mikrozoosporen, welche in ihrer Mutterzelle zurückbleiben, können auch ohne Copulation zu neuen Fäden auswachsen.

Ulothrix zonata bildet dunkelgrüne Rasen in Bächen, Bassins.

Fam. 3. Oedogoniaceae. Unverzweigte oder verzweigte Fäden mit Oogonien und Antheridien. Die vegetativen Zellen sind durch eigen-

thümliche Kappen ausgezeichnet, deren Entstehung durch eine besondere Art der Membranbildung (queres Aufreißen der Membran und Streckung eines Celluloserings) bei der Zweitheilung bedingt ist. Die Schwärmzellen entstehen einzeln in ihren Mutterzellen und tragen an ihrem vorderen Ende einen Kranz von Cilien (s. Fig. 43, S. 45). Einzelne Gliederzellen schwellen bedeutend an und werden zu Oogonien (Fig. 90 *A*, *B*, *og*), andere desselben oder verschiedener Fäden durch öfter wiederholte Theilung zu Antheridien (Fig. 90 *D*). Bei einigen Arten (so bei der in Fig. 90 *A* dargestellten) gehen hieraus nicht direkt die Spermatozoiden hervor, sondern kleine Schwärmzellen, welche sich außen am Oogonium festsetzen, zu einem wenigzelligen Faden, dem sog. Zwergmännchen (Fig. 90 *A*, *B*, *m*), auswachsen und nun erst die Spermatozoiden entlassen.

Oedogonium mit unverzweigten, und *Bulbochaete* mit verzweigten, an der Spitze in Haare endigenden Fäden, erstere mit zahlreichen, häufigeren Arten in fließenden und stehenden Gewässern.

Fam. 4. Coleochaetaceae. Verzweigte Fäden, welche radial angeordnet, flache Scheiben oder halbkugelige Polster bilden; Oogonien und Antheridien. Erstere stehen an der Spitze der Äste, laufen in einen oben sich öffnenden Hals aus und umgeben sich nach der Befruchtung mit einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle. Die Oospore theilt sich bei der Keimung in mehrere Zellen, deren jede eine Schwärmzelle entläßt, und nähert sich hierdurch der Bildung einer Sporenfrucht.

Die einzige Gattung *Coleochaete* findet sich in wenigen Arten an untergetauchten Wasserpflanzen.

Ordnung 3. Cladophorinae.

Die Schwärmzellen entstehen meist durch freie Zellbildung; die vegetativen Zellen sind meist mit zahlreichen kleinen Zellkernen versehen, sind zu Fäden vereinigt.

Fam. 1. Cladophoreae. Die Zellen sind zu einfachen oder verzweigten Fäden vereinigt: bei einigen ist Copulation der Mikrozoosporen beobachtet.

Cladophora mit verzweigten, rauh anzufühlenden Fäden, in zahlreichen Arten in stehenden und fließenden Gewässern; *Conferva* mit einfachen, frei schwimmenden Fäden. Bei *Chroolepus* enthalten die Zellen außer dem Chlorophyll noch rothgefärbte Tropfen; Ch. Jolithus mit Veilchengeruch auf kieselhaltigen Gesteinen; Ch. aureus an feuchten Steinen, Holz, häufig; Ch. umbrinus auf Baumrinden häufig, besonders auf Birkenrinde auffallend sichtbar.

Fam. 2. Sphaeropleaceae. Die frei schwimmenden Fäden der Gattung Sphaeroplea bestehen aus langen Zellen, in welchen der chlorophyllgrüne Inhalt durch farblose Vakuolen unterbrochen wird; bei der Fortpflanzung entstehen in einzelnen Gliederzellen zahlreiche kugelige Eizellen, in anderen sehr zahlreiche Spermatozoiden. Die Oosporen entlassen bei der Keimung zahlreiche Schwärmzellen, welche außerdem an der Pflanze nicht auftreten.

S. annulina stellenweise an überschwemmten Plätzen.

Ordnung 4. Siphoneae.

Die vegetativen Zellen enthalten zahlreiche kleine Zellkerne und theilen sich bei ihrem Wachsthume nicht; die Schwärmzellen entstehen durch freie Zellbildung oder Vollzellbildung.

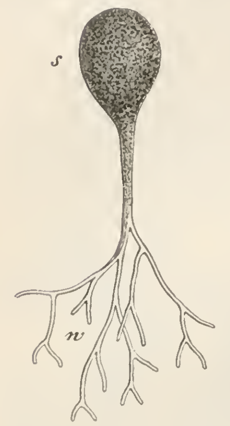


Fig. 91. Botrydium granulatum (6mal vergr.); *s* der chlorophyllhaltige Theil, *w* die wurzelnden Äste der Zelle.

Bei Botrydium ist die vegetative Zelle in einen vorderen chlorophyllhaltigen blasenförmigen Theil (Fig. 91 *s*) und in eine farblose verzweigte Basis (Fig. 91 *w*) mit der Funktion der Bewurzelung gesondert. Außer der Bildung von Schwärmzellen und anderen besonderen Vermehrungsarten entstehen im vorderen Theile der Zelle sog. Sporen, welche nach längerer Ruhezeit Schwärmzellen entlassen; diese copuliren und das Copulationsprodukt kann sich sofort weiter entwickeln. — Ähnlich verhält sich die im Meere vorkommende Acetabularia. — Von anderen marinen Formen sei Caulerpa genannt, deren vegetative Zelle, ohne sich zu theilen, in einen kriechenden Stamm, aufrechte Blätter, die selbst wieder gefiedert sein können, und wurzelnde Auszweigungen differenzirt ist. —

Die Gattung Vaucheria, welche in mehreren Arten in Gewässern, auf feuchter Erde, in Form kräftiger sattgrüner Rasen vorkommt, weicht

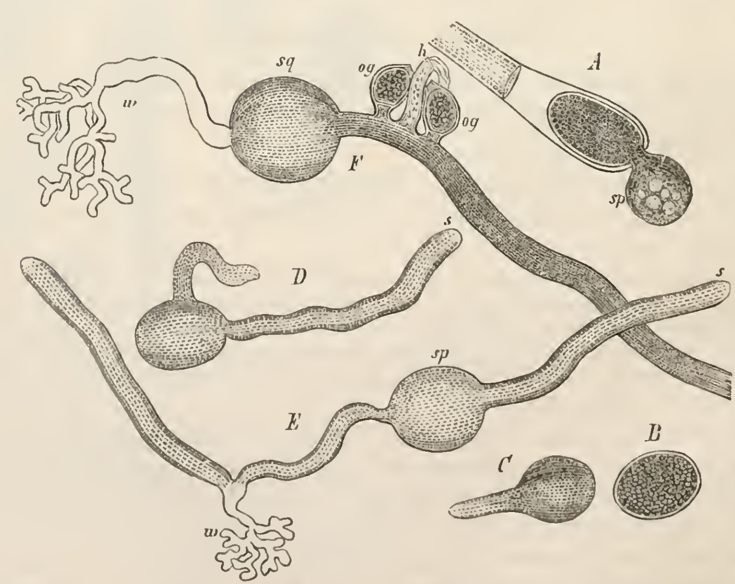


Fig. 92. Vaucheria sessilis (30). *A* eine austretende Schwärmzelle (*sp*); *B* eine zur Ruhe gekommene Schwärmzelle; *C* Beginn, *D* und *E* weitere Stadien der Keimung; *sp* die Spore, *s* der Scheitel des grünen Schlauches, *w* dessen wurzelartiger farbloser Theil, *F* Schlauch mit Sexualorganen; *og* Oogonium, *h* Antheridium, kurz nach der Befruchtung (nach *Sachs*).

durch ihre Sexualorgane von allen anderen Siphoneen ab. Seitlich an den schlauchförmigen vegetativen Zellen (Fig. 92 *F*) stehen Oogonien (Fig. 92 *F*, *og*) und Antheridien (*h*) in verschiedener Anordnung. Aus der Oospore erwächst nach längerer Ruhe eine einzige neue Pflanze. Außerdem bilden manche Arten Schwärmzellen, welche in besonderen, an der Spitze der Schläuche abgegrenzten Zellen durch Vollzellbildung entstehen (Fig. 92 *A*), und an ihrer ganzen Oberfläche mit zahlreichen dicht gestellten kurzen Cilien besetzt sind.

Klasse V.

Phaeophyceae.

Pflanzen mit braunem oder olivengrünem Chlorophyllkörper, von einfacherem oder kompliziterem Bau; die Schwärmzellen und Spermatozoiden tragen zwei Cilien an der Seite; fast nur Meeresbewohner.



Fig. 93. Fucus vesiculosus etwa 1/2 nat. Gr. *b* Luftblasen; *f* fruchtbarer Ast.

Die einfacheren Formen schließen sich in ihrem Bau an die Conferven der vorigen Klasse an; sie bilden in verschiedenen Behältern, Sporangien genannt, zweierlei Schwärmzellen; deren Copulation ist indess noch nicht völlig aufgeklärt. Als Beispiel der größeren Formen sei **Fucus** genannt (Fig. 93), welcher in mehreren Arten an den atlantischen Küsten vorkommt. Das umfangreiche gallertige Gewebe ist stellenweise durch Luftblasen (Fig. 93 *b*) gelockert, an der Spitze besonderer Äste (Fig. 93 *f*) sitzen in Einsenkungen der Oberfläche die Oogonien und Antheridien: aus ersteren werden die Eizellen nach außen entleert, dort von den Spermatozoiden befruchtet und wachsen alsdann sofort zu einer neuen Pflanze aus.

Ectocarpus, *Sphacelaria*, *Cladostephus* sind kleinere Formen; *Laminaria* mit gestieltem blattartig flachem Thallus; *Sargassum* mit Blättern und gestielten Schwimmblasen, oft massenweise im atlantischen Ozean schwimmend; *Macrocystis* u. a. sind die größten Repräsentanten.

Offizinell: *Laminaria*, die Stiele des Thallus von *Laminaria Cloustoni*.

Klasse VI.

Characeae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen mit quirlig gestellten Blättern, ohne Schwärmzellen, mit eigenartigen Sexualorganen.

Der Stengel besteht aus langgestreckten schlauchförmigen Internodienzellen (Fig. 94 *A*, *s*); von den dazwischenliegenden Knotenzellen entspringen im Quirl die Blätter (Fig. 94 *A*, *b*), welche aus einer bisweilen verzweigten

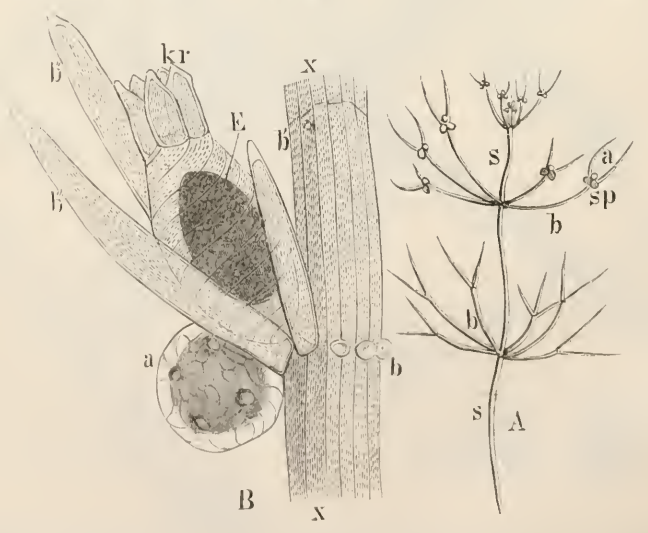


Fig. 94. *A* Oberer Theil eines Zweiges von Nitella flexilis (nat. Gr.), *ss* der Stengel, *b* die Blätter mit weiblichen (*sp*) und männlichen (*a*) Organen. *B* Stück eines fruchtbaren Blattes (*xx*) von Chara fragilis (50mal vergr.) mit Blättchen (*b'*, *b''*), einem weiblichen Organ, das die Eizelle *E* enthält, dessen gedrehte Wandungszellen in das Krönchen *kr* endigen, und einem Antheridium *a* (nach *Sachs*).

Reihe ähnlicher Zellen bestehen; die langgestreckten Zellen sind mit einem dichten Wandbeleg von Chlorophyllkörnern versehen; bei der Gattung Chara sind Stengel und Blätter noch von kleineren Rindenzellen bedeckt. In allen langen Zellen ist eine lebhafte Rotation des Protoplasmas wahrzunehmen.

Das weibliche Organ ist ein eiförmiger Körper (Fig. 94 *B*), dessen äußere Partie von schraubig gedrehten Zellen gebildet wird, welche die Eizelle (Fig. 94 *B*, *E*) umschließen. Diese wird durch die Befruchtung zur Oospore, welche stets in der Hülle eingeschlossen bleibt. Die Antheridien (Fig. 94 *A*, *a*) machen sich als rothe Kügelchen bemerklich, innerhalb dieser werden in reihenweise angeordneten Zellen die schraubig gewundenen Spermatozoiden erzeugt.

Chara in zahlreichen Arten in vielen Gewässern, mit Kalk inkrustirt, von unangenehmem Geruch; *Nitella* in kalkarmen Gewässern, seltener.

Klasse VII.

Rhodophyceae (Florideae).

Mit meist rothem oder violettem Chlorophyllkörper, sehr verschiedenem vegetativen Bau. Weibliche Zellen mit Membran umgeben, meist mit Trichogyne; Spermatien ohne Cilien; Sporenfrucht, keine Schwärmzellen. Meist Meeresbewohner.

Der vegetative Bau ist außerordentlich mannigfaltig, von verzweigten Zellreihen bis zu blättertragenden Stengeln, die zum Theil Zellkörper sind, oder zu Zellflächen finden sich alle Übergänge; das Zellgewebe läßt sich stets auf ein System verzweigter Zellreihen zurückführen; bei zahlreichen Formen ist die Verzweigung außerordentlich zierlich. Die weiblichen Organe, Carpogonien, sind mit Membran versehene Zellen (Fig. 95 *A*, *o*), welche sich an ihrer Spitze in einen meist haarförmigen Fortsatz, die Trichogyne (Fig. 95 *A*, *t*) verlängern. An letztere setzen sich die männlichen Zellen, Spermatien an, welche nur passiv beweglich sind und durch Abschnürung gebildet werden (Fig. 95 *A*, *s*). Infolge der Befruchtung wächst das Carpogon zu Zellreihen aus (Fig. 95 *B*), welche entweder direkt an ihrer Spitze die Sporen erzeugen (Fig. 95 *C*), oder sich

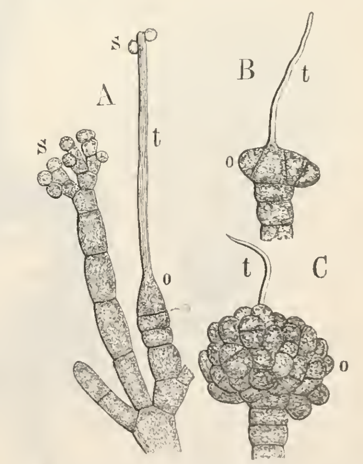


Fig. 95. Fortpflanzung von Nemalion. *A* Ende eines Astes mit Antheridium und Carpogonium; ersteres erzeugt die Spermatien *s*; letzteres *o* trägt die Trichogyne *t*, an welcher sich die Spermatien (*s*) zur Befruchtung ansetzen. *B* und *C* aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien der Sporenfrucht (300).

erst noch mit anderen, näher oder entfernter liegenden Zellen vereinigen, um schließlich eine oder mehrere Sporenfrüchte (Cystocarpien) zu bilden. Oft werden diese Sporenfrüchte von einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle umgeben. Außerdem finden sich noch ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche ebenfalls ohne Cilien, nur passiv beweglich sind, und häufig zu vieren aus einer Mutterzelle entstehen und dann Tetrasporen genannt werden.

Im süßen Wasser finden sich *Batrachospermum* von bräunlich violetter Farbe, *Lemanea*; in den europäischen Meeren sind *Ceramium* rubrum, *Callithamnion* corymbosum, *Chondrus* crispus, *Plocamium* coccineum, *Delesseria* Hypoglossum, *Polysiphonia*, *Corallina* rubens häufige Repräsentanten.

Von zweifelhafter Zugehörigkeit sind *Bangia* und *Porphyra*, erstere auch im süßen Wasser vorkommend, letztere aus einschichtiger Zellfläche bestehend, im Meere.

Offizinell: Carrageen, der Thallus von *Chondrus* crispus und *Gigartina* mamillosa.

Klasse VIII.

Myxomycetes, Schleimpilze.

Chlorophyllfreie Pflanzen, deren Vegetationskörper eine membranlose Protoplasmamasse ist; die Sporen entstehen im Inneren von Sporangien.

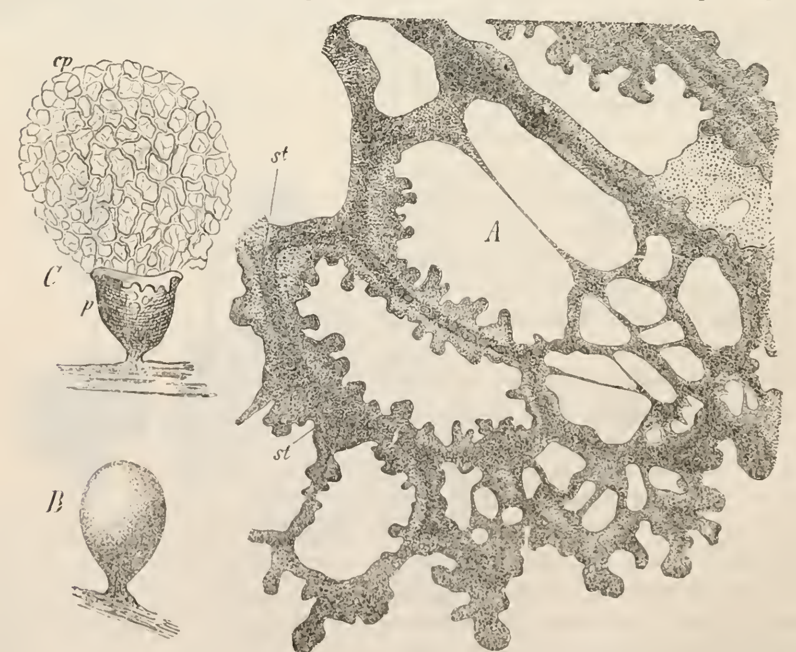


Fig. 96. *A* Stück eines Plasmodiums von Didymium leucopus (350); *B* ein noch geschlossenes Sporangium von Arcyria incarnata; *C* dasselbe nach Zerreißung der Wandung *p* und Ausdehnung des Capillitiums *cp* (20) (nach *Sachs*).

Die dieser Klasse angehörigen Organismen weichen in vielen Punkten von allen übrigen Pflanzen weit ab. Sie bilden während ihrer Vegetationszeit keine Zellen oder Gewebe, sondern kriechen als nackte Protoplasmamassen, Plasmodium genannt (Fig. 96 *A*), in oder auf dem Substrat, Lohe, Erde und Blättern des Waldbodens umher. Zugleich finden im Innern der Protoplasmamasse lebhafte Strömungen statt. Bei der Fruchtbildung verwandelt sich das ganze Plasmodium in Sporangien, nämlich meist kugelige Gebilde, welche den gleichnamigen Organen mancher Pilze, sowie den Fruchtkörpern der Staubpilze ähnlich sehen (Fig. 96 *B*). Bei einigen Formen sind zahlreiche Sporangien zu einem größeren Fruchtkörper, einem Aethalium, vereinigt. In deren Innerem werden die Sporen gebildet, bei einigen ausschließlich, bei anderen zwischen sterilen Fäden, dem Capillitium (Fig. 96 *C*, *cp*). Bei der Keimung entläßt jede Spore ihren Protoplasmakörper, welcher entweder amöbenartig umherkriecht, oder wie eine Schwärmzelle mit einer einzigen Cilie schwimmt. Durch Zusammentreten und Vereinigung zahlreicher solcher kleiner Protoplasmakörper kommen die großen Plasmodien zu stande.

Fuligo varians, die Lohblüthe, kriecht mit großen (viele Quadratcentimeter einnehmenden) gelben Plasmodien in der Gerberlohe umher und bildet schwefelgelbe, im Innern schwarzbraune Klumpen von Sporangien. — *Trichia* rubiformis, *Didymium* Serpula sind kleinere Formen, die in Wäldern nicht selten vorkommen; die Sporangien der ersteren erscheinen als braune eiförmige, etwa 2—3 mm lange Körperchen; *Lycogala* auf faulem Holz. — *Plasmodiophora* Brassicae, deren Plasmodium im Innern der Kohlpflanzen lebt und deren Erkrankung verursacht, weicht von allen anderen durch Bildung freier Sporen ohne Sporangium ab.

Klasse IX.

Fungi, echte Pilze.

Pflanzen ohne Chlorophyll, die Zellen meist zu Fäden aneinandergereiht; bei vielen entsteht durch die Befruchtung eine Sporenfrucht.

Infolge des Chlorophyllmangels sind die Pilze darauf angewiesen, ihre Nahrung, speziell den Kohlenstoff, in Form von organischen Verbindungen aufzunehmen (s. oben S. 96); die einen entziehen dieselben lebenden Pflanzen oder Thieren, und verursachen hierdurch Erkrankungen derselben: Schmarotzer oder Parasiten; andere aber, Fäulnisbewohner oder Saprophyten, leben von den todten Resten anderer Organismen und von den daraus isolirten organischen Verbindungen; solche todte Reste und organische Verbindungen sind enthalten z. B. in den trockenen Baumrinden, dem Humusboden der Wälder, Wiesen, welche zahlreiche, oft sehr stattliche Pilze ernähren, sowie in Fruchtsäften, zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche von Schimmelpilzen und Gährungspilzen bewohnt werden. — Die Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Fall ein Pilz para-

sitisch oder saprophytisch lebt, ist nicht immer leicht; besonders ist zu beachten, daß manche Pilze, welche parasitisch leben, ihre Fruchtkörper erst auf dem infolge ihrer Vegetation bereits getödteten Substrate entwickeln.

Gewöhnlich sind bei den Pilzen die Zellen zu langen Fäden (Hyphen) aneinandergereiht, welche theils locker, ordnungslos durcheinanderwachsen (z. B. bei den gewöhnlichen Schimmelpilzen), theils aber auch, fester miteinander verbunden, umfangreiche Körper von bestimmter äußerer Form und innerer Ordnung der einzelnen Fäden bilden (so die großen Pilze); wo die Fäden sich dicht berühren, entsteht ein Gefüge, welches einem durch wiederholte Theilung entstandenen Gewebe ähnlich sieht, und Pseudoparenchm genannt wird (s. z. B. Fig. 104 *F*, *f*; Fig. 108 *o*, *u*). Nur bei verhältnismäßig wenigen Pilzen finden wir lange schlauchförmige, vielkernige Zellen, welche ein ausgedehntes Wachsthum zeigen, ohne sich zu theilen.

Der Vegetationskörper der Pilze wird als Mycelium bezeichnet: an diesem entstehen an gewissen Stellen die Fortpflanzungsorgane. Unter ungünstigen Verhältnissen kann das Mycelium lange Zeit fortvegetiren und üppige Ausdehnung gewinnen, ohne Fortpflanzungsorgane hervorzubringen; solche unfruchtbare Mycelien sind z. B. die weißen filzigen Überzüge in feuchten Kellern u. s. w.

Die Fortpflanzungszellen, welche allgemein Sporen genannt werden, bilden sich auf zweierlei Weise: entweder im Innern ihrer Mutterzellen durch freie Zellbildung (so in den Sporangien der Phycomyceten, den Schläuchen oder Asci der Ascomyceten) oder durch Abschnürung an der Spitze ihrer Träger, ein Vorgang, welcher bald von der gewöhnlichen Zweitheilung der Zellen gar nicht verschieden ist (z. B. in den Aecidien), bald aber auch durch eine starke Einschnürung nahe der Trennungsfläche ausgezeichnet ist; in letzterem Falle heißt die eingeschnürte, in ein Spitzchen vorgezogene Stelle Sterigma (s. z. B. Fig. 117 *C*); die sporenabschnürende Zelle heißt allgemein Basidie. — Bei einigen Pilzen sind die im Inneren von Sporangien gebildeten Sporen Schwärmsporen, welche sich im Wasser fortbewegen.

Bei den einfacheren Pilzen, den Phycomyceten, welche sich in mancher Beziehung an die Siphoneen unter den Chlorophyceen anschließen, ist die geschlechtliche Fortpflanzung in den viel häufiger sich wiederholenden ungeschlechtlichen Entwickelungsgang eingeschoben, derart, daß aus der durch Befruchtung (Oogonien und Antheridien) oder Conjugation zweier Myceliumäste entstandenen Spore entweder wieder ein Mycelium mit ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorganen entsteht, oder letztere direkt ohne Mycelium gebildet werden. Der letztere Fall leitet unmittelbar hinüber zu der Bildung einer echten Sporenfrucht, an welcher sich zumeist noch Bestandtheile des Myceliums als Umhüllungen betheiligen. Je nachdem in der Sporenfrucht die Sporenbildung durch freie Zellbildung oder durch Abschnürung erfolgt, unterscheiden wir die beiden Reihen der Ascomyceten und Basidiomyceten. Bei ersteren ist das weibliche Sexualorgan eine

mit Membran umgebene Zelle, das Ascogon, welches durch einen Faden (Pollinodium) oder Spermatien befruchtet wird. In beiden Reihen finden wir außer diesem als Generationswechsel zu bezeichnenden Entwickelungsgang noch ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche von den in der Sporenfrucht vorhandenen verschieden und selbst bei der gleichen Spezies von mehrererlei Art sein können. In extremen Fällen (Hymenomyceten) pflanzt sich die Art nur durch diese letzteren ungeschlechtlichen Organe fort und die Sexualorgane nebst Sporenfrucht sind, wie wir annehmen dürfen, aus dem Entwickelungsgange verschwunden. — Aus der Vielheit von ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorganen bei einigen Pilzarten hat man den unrichtigen Schluß gezogen, daß eine große Anzahl gerade der häufigsten Formen nur Glieder des Entwickelungskreises einer oder weniger Spezies wären; diese Lehre des Pleomorphismus hat sich indeß nicht bewahrheitet. — Eine kleine Gruppe von Pilzen endlich fügt sich nicht in den soeben skizzirten Zusammenhang der drei übrigen genannten Abtheilungen, bietet jedoch Anknüpfungspunkte an die Abtheilung der Phycomyceten, zum Theil an die Ascomyceten; sie ist in folgender Übersicht vorangestellt.

I. Niedrig organisirte Pilze, größtentheils ohne sicher nachgewiesene Sexualorgane, von zweifelhafter Verwandtschaft.
  1. Ordnung: Chytridiaceae. Meist kein Mycelium; Sporangien mit Schwärmsporen, diese nur mit einer Cilie.
  2. Ordnung: Ustilagineae. Mycelium parasitisch; keine Schwärmsporen.
  3. Ordnung: Saccharomycetes. Sporen im Inneren schlauchartiger Zellen gebildet.

II. Phycomycetes. Mycelium meist von einer ungetheilten, oft verzweigten Zelle gebildet; Conjugation oder Oogonien mit Antheridien; Geschlechtsprodukt eine Spore.
  4. Ordnung: Zygomycetes. Conjugation zweier Myceläste; meist Sporangien mit Sporen.
  5. Ordnung: Entomophthoreae. Conjugation; Sporenbildung durch Abschnürung.
  6. Ordnung: Saprolegnieae. Oogonien und Antheridien; Eizellen aus dem ganzen Protoplasma gebildet; Schwärmsporen häuten sich.
  7. Ordnung: Peronosporeae. Oogonien und Antheridien; Eizelle im Periplasma; Schwärmsporen häuten sich nicht.

III. Ascomycetes. Mycelium aus echten Hyphen gebildet. Sexualorgane ein Ascogon mit Pollinodium oder Spermatien; in der Sporenfrucht Schläuche, in welchen die Sporen entstehen.
  8. Ordnung: Ascomycetes.

IV. Basidiomycetes. Mycelium aus echten Hyphen gebildet. Sporen sowohl in der muthmaßlichen Sporenfrucht, als die ungeschlechtlichen durch Abschnürung gebildet.

9. Ordnung: Uredineae. Mit muthmaßlich sexuell erzeugten Sporenfrüchten.
10. Ordnung: Tremellinae. Ohne Sexualorgane; Basidien an der Oberfläche, von eigenthümlicher Gestalt.
11. Ordnung: Hymenomycetes. Ohne Sexualorgane; Basidien an der Oberfläche.
12. Ordnung: Gastromycetes. Ohne Sexualorgane; Basidien eingeschlossen.

Ordnung 1. Chytridiaceae.

Einige bestehen nur aus einer kugeligen oder eiförmigen Zelle, welche zu einem Sporangium wird, indem ihr Protoplasma zu vielen Schwärmsporen zerfällt, welche nach dem Festsetzen wieder zu je einer kugeligen Zelle anwachsen; diese leben im Wasser als Saprophyten oder Parasiten von Wasserpflanzen. Bei der Gattung Synchytrium, welche Parasiten von Landpflanzen (z. B. Anemone, Taraxacum) enthält, zerfällt die Zelle zuerst in mehrere Sporangien.

Ordnung 2. Ustilagineae, Brandpilze.

Sämmtliche Glieder dieser Ordnung schmarotzen im Gewebe höherer Pflanzen. Ihre Sporen entstehen in noch nicht völlig aufgeklärter Weise an den Myceliumfäden und besitzen eine dunkle, meist schwärzliche Farbe. Diese Sporen treten haufenweise in den vom Mycelium zerstörten Theilen, meistens Fortpflanzungsorganen der Nährpflanze, auf.

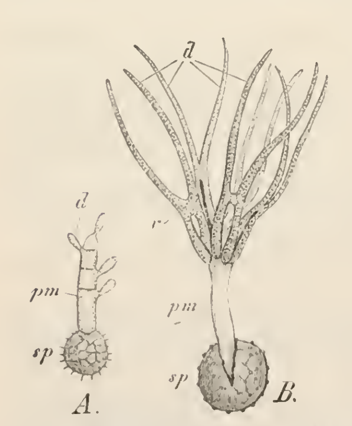


Fig. 97. Keimende Sporen. *A* von Ustilago receptaculorum, *B* von Tilletia Caries (460). *sp* die Spore, *pm* das Promycelium, *d* die Sporidien.

Bei der Keimung der meisten Arten erwächst aus der Spore nicht direkt das Mycelium, sondern ein kurzer Keimschlauch, Promycelium genannt, welcher entweder an seiner Spitze (Fig. 97 *B*) oder aus einer Gliederzelle Sporidien (Fig. 97 *A*, *d*) entwickelt. Diese lösen sich los und keimen entweder direkt zum Myceliumfaden aus oder können nochmals Sekundärsporidien erzeugen; bei Tilletia verbinden sie sich paarweise (Fig. 97 *B*, *v*). — Viele Arten bewohnen unsere Getreidearten, deren Körner alsdann von den Sporenmassen erfüllt sind; die Sporen keimen mit den gesunden Körnern zugleich und das Mycelium durchwuchert die junge Pflanze bis zu den jungen Blüthen, wo wiederum die Sporenbildung erfolgt.

Die wichtigsten und häufigsten Arten sind *Ustilago* Carbo, Flug- oder Rußbrand, die besonders den Hafer, aber auch andere Getreidearten und Gräser befällt. U. Maidis,

die am Mais große mit den Sporen erfüllte Geschwülste verursacht, *Urocystis* occulta. welche in den Blättern und Stengeln des Roggens fruktifizirt, *Tilletia* Caries, der Stinkbrand des Weizens, welcher um so gefährlicher ist, als die mit den Sporen erfüllten Körner geschlossen bleiben und daher mit den gesunden eingeerntet werden. Zahlreiche andere Arten und Gattungen bewohnen wildwachsende Kräuter. Unter diesen ist *Tuburcinia* Trientalis durch das Vorkommen einer zweiten Art von farblosen Sporen merkwürdig.

Ordnung 3. Saccharomycetes, Gährungspilze.

Das Mycelium besteht aus verzweigten Zellreihen, deren einzelne eiförmige Zellen mit schmalen Enden aneinander stoßen: Sprossung (Fig. 98), und sich leicht voneinander lostrennen. Bei der Fortpflanzung werden in einzelnen dieser Zellen je vier Sporen gebildet. Durch einen eigenthümlichen Vegetationsprozess verwandeln die meisten Gährungspilze den in ihrem Substrat vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure.



Fig. 98. In Wachsthum und Sprossung begriffene Zellen der Bierhefe, Saccharomyces cerevisiae (300mal vergr.).

Saccharomyces cerevisiae, die Bierhefe (Fig. 98), ist nur im technisch verwertheten, kultivirten Zustande bekannt; S. ellipsoideus u. a. kommen in der Natur auf der Oberfläche von Früchten, den Weintrauben häufig vor und gelangen von selbst in den Most, dessen Gährung sie bewirken. — Auch S. Mycoderma, der Kahmpilz, gehört hierher, der auf der Oberfläche gegohrener Flüssigkeiten lebt und diese weiter zersetzt.

Hiermit ist vielleicht auch *Exoascus* Pruni verwandt, der Pilz, welcher die sog. Narren oder Taschen der Pflaumen hervorruft; das gegliederte Mycelium wächst im Fruchtknoten; die Sporenbildung erfolgt in Zellen, welche dicht nebeneinander unter der Cuticula auftreten und für das bloße Auge als weißer Reif erscheinen. Verwandte Formen kommen auf den Pfirsichblättern, Erlenfrüchten und sonst vor. Vielleicht schließen sich Saccharomyces und Exoascus besser an die Ascomyceten an, von welchen sie durch den Mangel der Sexualorgane abweichen.

Ordnung 4. Zygomycetes.

Die bekanntesten und wichtigsten sind die Arten der Gattung Mucor, besonders M. Mucedo, racemosus, stolonifer, welche als Schimmelpilze auf Fruchtsäften, Brod, Mist etc. leben. Das Mycelium ist vielfach verzweigt, besteht aber aus einer einzigen schlauchförmigen Zelle (Fig. 99 *m*); es lebt gewöhnlich im Innern des Substrates und treibt nach vollendeter Entwickelung die Fruchtträger an die Luft empor. Diese schwellen an ihrem oberen Ende kugelig an und bilden so das Sporangium (Fig. 99 *s*), welches durch eine gewölbte Querwand abgegrenzt wird (Fig. 99 *c*) und in seinem Innern zahlreiche Sporen (Fig. 99 *sp*) bildet. Aus jeder Spore erwächst sofort nach dem Abfallen ein neues Mycelium, welches in derselben Weise wieder Fruchtträger, Sporangium und Sporen entwickelt. Unter besonderen Umständen bildet das Mycelium Zygosporen (Fig. 99 *z*), indem zwei Zweige einander entgegenwachsen und an ihren sich berührenden Enden je eine Zelle durch eine Wand abscheiden; durch Verschmelzung, Conjugation dieser beiden entsteht die Zygospore, welche ihre Membran sehr

stark verdickt und erst nach längerer Ruhe keimt. Dabei wächst meist aus ihr ohne Mycelium unmittelbar ein Fruchtträger hervor, der dem aus dem Mycelium erwachsenen vollkommen gleich ist.

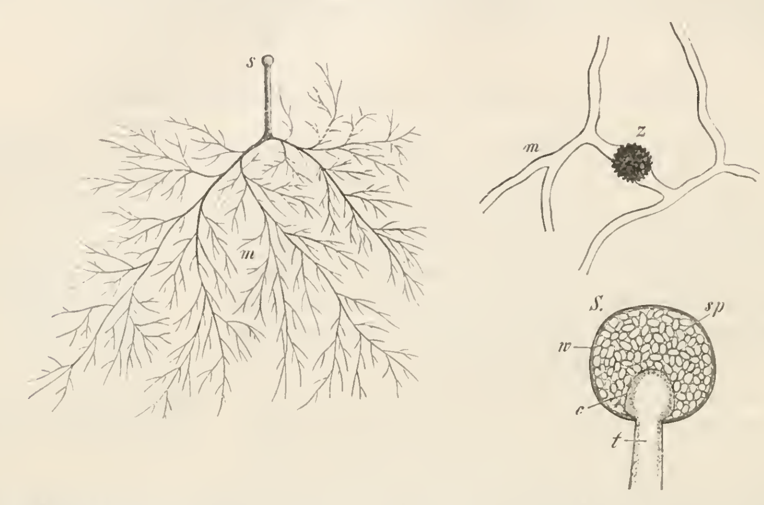


Fig. 99. Mucor Mucedo; *m* das aus einer Spore erwachsene Mycelium mit einem Sporangium *s*; *S* ein Sporangium, stärker vergrößert, *t* der Stiel, *c* die Querwand, *w* die Wandung, *sp* die Sporen; *z* eine Zygospore.

Ordnung 5. Entomophthoreae.

Parasitisch in Insekten. Am bekanntesten ist Empusa Muscae, welche besonders im Herbste in der Stubenfliege auftritt. Die Sporen des Pilzes werden abgeschnürt von Zellen, die aus dem Körper der Fliege nach außen hervorwachsen, und bilden meist einen weißen Hof um die Leiche. Sie entlassen nach einiger Zeit wiederum Sporen, welche anderen Fliegen gegen den Unterleib, die einzige zum Eindringen geeignete Stelle, geschleudert werden. Bei einer anderen Art kennt man auch Zygosporen.

Ordnung 6. Saprolegnieae.

Wasserpilze, welche zumeist in strahligen Rasen auf Thierleichen (vielleicht auch parasitisch auf Fischen) oder untergetauchten Pflanzentheilen leben. Die in den Sporangien gebildeten Sporen (s. oben Fig. 42) sind Schwärmsporen, welche sich einmal oder wiederholt häuten. An Stelle der Conjugation finden wir aber hier kugelige Zellen, Oogonien, aus deren gesammtem Protoplasma sich die Eizellen bilden; die Antheridien wachsen in Form von Schläuchen durch Löcher in die Oogonien hinein; doch ist es noch zweifelhaft, ob ein wirklicher Befruchtungsakt stattfindet. Die Oosporen keimen erst nach längerer Ruhe und erzeugen bald nur Sporangien, bald vollständige Mycelien mit Sporangien.

Ordnung 7. Peronosporeae.

Dieselben schmarotzen meist in anderen Pflanzen; das Mycelium der höher organisirten Gattungen durchzieht in den Intercellularräumen deren Gewebe und nimmt mittelst besonderer als Saugorgane dienender Ausstülpungen aus den Zellen der Nährpflanze seine Nahrung auf. Die Sporangien ebenderselben entstehen auf besonderen Ästen, die meist aus den Spaltöffnungen der Nährpflanze hervorwachsen (Fig. 100), und werden alsbald abgeworfen, daher gewöhnlich als Sporen oder Conidien bezeichnet. In Wassertropfen gelangt, bilden sie die alsbald frei werdenden Schwärmsporen, welche keimen und den Pilz auf andere Nährpflanzen übertragen.

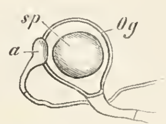


Fig. 101. Oogonium (*Og*) mit Oospore (*sp*) und Antheridium (*a*) von Phytophthora omnivora (400).

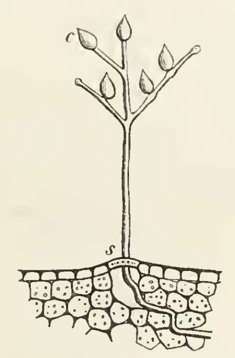


Fig. 100. Sporangienträger von Phytophthora infestans, aus einer Spaltöffnung (*s*) des Kartoffelblattes hervorwachsend; *c* die Sporangien (150).

Bei einigen wird indeß die Schwärmsporenbildung übersprungen und das Sporangium selbst wächst zum Mycelium aus. Bei der für einige Formen bekannten geschlechtlichen Fortpflanzung bildet sich nur aus einem Theile des im Oogonium vorhandenen Protoplasmas eine Eizelle; das Antheridium legt sich an das Oogonium an (Fig. 101) und treibt einen Fortsatz bis zur Eizelle, in welchem Protoplasma zu dieser übertritt. Die Keimung der so entstandenen Oospore erfolgt nach längerer Ruhe meist durch Bildung von Schwärmsporen.

Die einfachste Form ist *Pythium*, dessen Schwärmsporen, von einer Blase umhüllt, aus dem am Schlauche sitzenden Sporangium entleert werden; einige Arten leben in Algen, andere, wie P. de Baryanum, in Keimpflanzen, P. vexans saprophytisch in Kartoffeln. — Bei *Peronospora*, die in vielen Arten (P. parasitica auf Capsella, P. nivea auf Umbelliferen u. a.) vertreten ist, entsteht auf jedem Zweig des Fruchtträgers, der aus einer Spaltöffnung hervorwächst, nur ein Sporangium, welches abgeworfen wird. — Bei *Phytophthora* werden die Sporangien von den an ihrer Insertion entstehenden Seitenzweigen des Fruchtträgers zur Seite geschoben; hierher gehört P. infestans, welche die gefürchtete Krankheit der Kartoffelpflanze hervorruft. Das Gewebe der Nährpflanze wird an allen befallenen Stellen zerstört und färbt sich schwarz, während im Umkreise der Pilz weiter wächst und durch die Spaltöffnungen seine Sporangienträger entsendet (Fig. 100). Durch die sich aus den Sporangien entwickelnden Schwärmsporen wird der Parasit auf andere gesunde Nährpflanzen übertragen; die Schwärmsporen ge-

langen auch in den Erdboden und infiziren hier die Knollen, von welchen aus sich der Pilz im nächsten Jahre in die jungen Pflanzen verbreitet. Sexuelle Fortpflanzungsorgane sind bei diesem Pilz noch nicht gefunden worden. *Phytophthora* omnivora befällt und zerstört die Keimpflanzen der Buche, sowie noch andere Pflanzen. Bei *Cystopus* (z. B. C. candidus auf Capsella u. a. Cruciferen, C. cubicus auf Compositen) bilden sich dicht nebeneinander Sporangienträger in großer Anzahl unter der Epidermis und sprengen diese; auf jedem Sporangienträger entsteht eine Reihe von Sporangien.

Ordnung 8. Ascomycetes, Schlauchpilze.

Diese besitzen ein aus gegliederten Hyphen bestehendes Mycelium, auf welchem (für einige nachgewiesen, für die anderen kaum zweifelhaft) infolge einer Befruchtung der Fruchtkörper entsteht. In diesem Fruchtkörper findet die Sporenbildung in sog. Schläuchen (Asci) statt, indem deren Protoplasma durch freie Zellbildung in meist acht sich mit Membran umgebende Sporen sondert (s. Fig. 41), welche zuweilen noch weitere Theilungen erfahren und gewöhnlich aus den Schläuchen ausgespritzt werden. Die Befruchtung kann in zweierlei Weise vor sich gehen, entweder durch enge Berührung zweier benachbarter Zweige des Myceliums, wovon der eine, weibliche, meist größer, häufig schraubig gewunden ist und als Ascogon (Fig. 104 *B* und *C*, *as*) bezeichnet wird; der kleinere, männliche, welcher sich anlegt, heißt Pollinodium (Fig. 104 *B* und *C*, *p*). Bei anderen dagegen endet das schraubig gewundene Ascogon in eine Trichogyne (Fig. 102 *t*), wie bei den Rhodophyceen. An dieses Haar setzen sich die Spermatien an, kleine, nur passiv bewegliche Zellen, welche durch Abschnürung in besonderen Behältern, den Spermogonien (s. z. B. unten Fig. 113), entstehen. Während das befruchtete Ascogon sich weiter entwickelt und zuletzt die Schläuche producirt, welche sehr häufig zu einer besonderen Schicht, dem Hymenium, mit sterilen Fäden, den Paraphysen, untermischt, vereinigt sind, wachsen die Zellen der Umgebung zu einer Hülle heran, welche das Befruchtungsprodukt ganz oder theilweise umschließt und mit diesem zusammen den Fruchtkörper vorstellt.

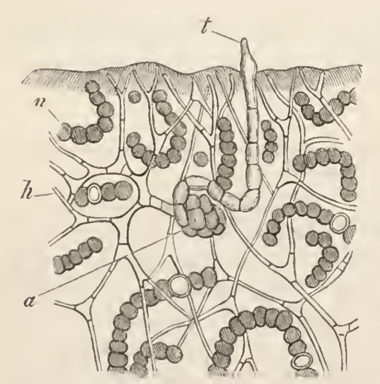


Fig. 102. Partie aus dem Thallus von Collema mit einem Ascogon *a* und Trichogyne *t*; *h* die Hyphen, *n* die Nostocfäden (350) (nach *Stahl*).

Das Mycelium trägt außerdem noch vegetative Vermehrungsorgane, so besonders häufig Conidien, d. h. Sporen, welche auf bestimmten Ästen des Myceliums (Fig. 104 *A*, *st*) einzeln oder reihenweise abgeschnürt werden. Solche Conidien tragende Zustände von Ascomyceten sind viele unserer häufigsten Schimmelpilze, welche nur unter selteneren Umständen zur Bildung von Sexualorganen und Fruchtkörpern gelangen. Außerdem

besitzen manche Ascomyceten noch besondere Behälter (Pycniden), in welchen ebenfalls Sporen abgeschnürt werden.

Die Eintheilung der Ascomyceten ist eine vorläufige, da eine große Anzahl derselben, die sich durch besondere Lebensweise auszeichnen, früher als besondere Klasse, Flechten, betrachtet wurden; da es zur Zeit nicht möglich ist, die wirklich verwandten Formen für diese Flechten unter den übrigen Ascomyceten ausfindig zu machen, so seien diese Flechten besonders behandelt und an den Schluß verwiesen.

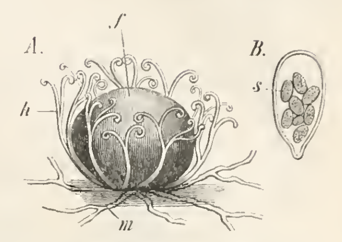


Fig. 103. Fruchtkörper von Uncinula bicornis. *A* von außen gesehen, schwach vergrößert; *m* Mycelium, *f* Fruchtkörper, *h* Hüllfäden. *B* ein Schlauch aus demselben mit den Sporen *s*, stärker vergr.

Man pflegt die Ascomyceten, abgesehen von den Flechten, in vier Abtheilungen zu bringen:

a) Erysipheen oder Mehlthaupilze. Der Fruchtkörper enthält kein Hymenium; die Schläuche sind anscheinend regellos nach allen Richtungen angeordnet, oft nur in geringer Anzahl vorhanden; der Fruchtkörper, dessen Hülle oft charakteristische fädige Anhängsel (Fig. 103 *A*, *h*)

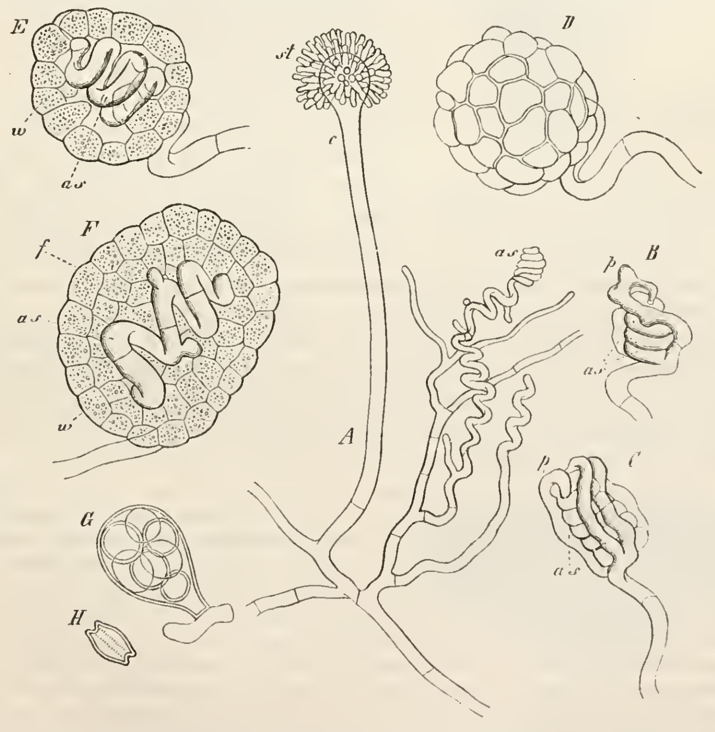


Fig. 104. Eurotium Aspergillus. *A* ein kleiner Theil des Myceliums mit dem Conidienträger *C*, von dessen Sterigmen (*st*) die Sporen schon abgefallen sind, und einem jungen Ascogon *as*. *B* Ascogon *as* mit dem Pollinodium *p*. *C* ebenso mit beginnender Umwachsung durch Fäden. *D* ein Fruchtkörper von außen gesehen. *E* und *F* im Durchschnitt, noch unreif; *w* die Wandung, *f* das Füllgewebe, *as* der aus dem Ascogon entstandene Faden, der später die Schläuche trägt. *G* ein Schlauch; *H* reife Spore (Alles vergrößert, nach *Sachs*).

besitzt, öffnet sich durch unregelmäßiges Aufreißen, oder gar nicht, so daß die Sporen durch Verwesung der Wand frei werden.

Die Arten der Gattung *Erysiphe* und verwandter Gattungen leben auf der Oberfläche zahlreicher Pflanzentheile, so den Blättern der Rose, des Hopfens u. v. a., und bilden hier einen zarten weißen Überzug, den Mehlthau. Die Myceliumfäden treiben nur kleine Ausstülpungen als Saugorgane. Die Fruchtkörper erscheinen dem bloßen Auge als schwärzliche Punkte. Die Conidienform einer solchen Erysiphe, deren Fruchtkörper noch unbekannt ist, daher vorläufig nach *Oidium Tuckeri* benannt, bewohnt die Blätter und jungen Früchte des Weinstocks und verursacht so die bekannte Traubenkrankheit.

An diese Abtheilung schließen sich einige Schimmelpilze an, so zunächst *Eurotium* Aspergillus (Fig. 104), dessen Conidien auf einer kugeligen, mit Sterigmen besetzten Anschwellung der Fruchthyphe reihenweise abgeschnürt werden. — Der gemeinste Schimmelpilz ist *Penicillium* glaucum, welches auf pinselförmig verzweigten Fruchthyphen Conidienreihen trägt (Fig. 105). In diesem Zustande erscheint er als graugrüner Überzug auf seinem Substrat, feuchten Gegenständen, Flüssigkeiten aller Art. Die in neuerer Zeit gefundenen Fruchtkörper sind von Stecknadelkopfgröße und bestehen aus einem später sich auflösenden Gewebe der Hülle, welches in labyrinthischen Gängen von den schlauchtragenden Fäden durchzogen wird.

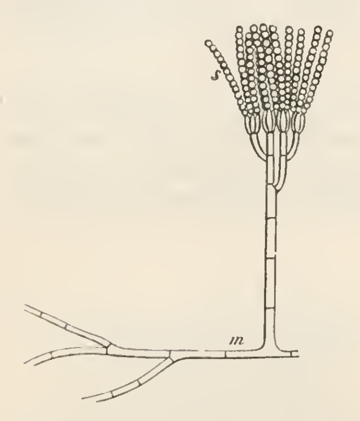


Fig. 105. Fruchthyphe von Penicillium glaucum; *s* die Conidienreihen; *m* ein Fadenstück des Myceliums (150).

b) Die Tuberaceen oder Trüffelpilze besitzen unterirdische rundliche Fruchtkörper, in welchen die schlauchtragenden Hymenien die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleiden. Die Sexualorgane, sowie andere Vermehrungsorgane sind nicht bekannt.

Tuber aestivum, brumale u. a. Arten eßbare Trüffel; *Elaphomyces* granulatus fast wallnußgroß, parasitisch an Kieferwurzeln nicht selten.

c) Die Pyrenomyceten oder Kernpilze. Das Hymenium kleidet die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher Behälter aus, der Perithecien (Fig. 106 *C*, *cp*), welche sich an der Spitze öffnen. Diese Perithecien stehen entweder einzeln, oder in größerer Anzahl auf einem verschieden gestalteten Träger, dem Stroma.

Unter den einfachen (mit einzeln stehenden Perithecien) verdienen Erwähnung die Gattungen *Sphaeria* und *Sphaerella*, welche in vielen Arten auf abgestorbenen Blättern in Gestalt kleiner schwarzer Punkte vorkommen; *Calosphaeria*, deren lange und schmale Perithecien gruppenweise auf Holz und Rinde der Kirschbäume stehen, *Pleospora* und *Fumago*, deren Mycelien und Conidien den sog. *Rußthau*, einen schwarzen Überzug auf verschiedenen Pflanzentheilen bilden. *Nectria* cinnabarina mit lebhaft rothen Perithecien auf verschiedenen abgestorbenen Zweigen (Nectria ditissima verursacht eine Krankheit an den Buchenzweigen, N. Cucurbitula an jungen Fichten).

Bei den zusammengesetzten (mit Stroma) bildet das Stroma bald warzenförmige oder unregelmäßig begrenzte Krusten, die durch die Mündungen der Perithecien punktirt erscheinen; dahin gehört *Diatrype* disciformis mit schwarzen, erbsengroßen Warzen, sehr häufig auf todten Zweigen. Oder das Stroma entwickelt sich zu einem aufrechten, keulenförmig oder büschelförmig verzweigten Körper, so z. B. bei *Xylaria*, deren Stromata auf Baumstrünken sehr häufig vorkommen; im oberen

Theile sind sie oft von Conidien mehlig bestäubt. Hierher gehört auch *Claviceps* purpurea, welche das sog. Mutterkorn bildet. Das Mycelium dieses Pilzes überzieht den jungen Fruchtknoten des von diesem Pilze befallenen Roggens (oder anderer Gräser) und bildet Conidien, welche, in eine schleimige Substanz eingebettet, den sog. Honigthau vorstellen und den Pilz sofort auf andere Graspflanzen übertragen können. Mit der Zeit durchdringt dieser Pilz das ganze Gewebe des Fruchtknotens und

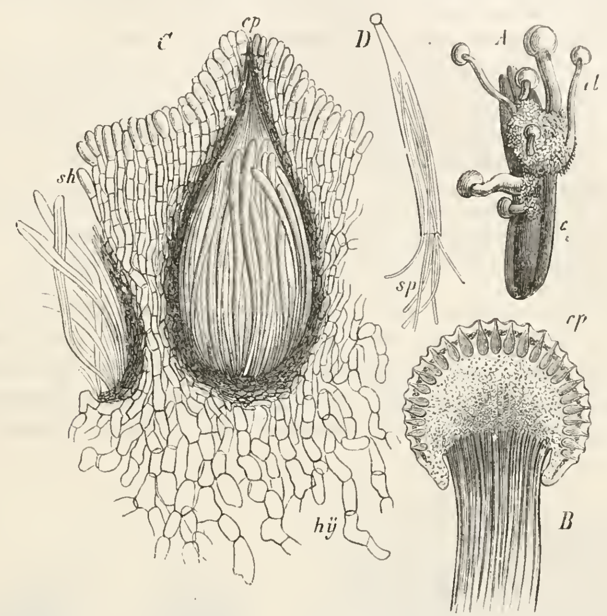


Fig. 106. Claviceps purpurea; *A* ein Sclerotium (*c*), welches Fruchtträger (*cl*) bildet (zweimal vergr.). *B* ein solcher Fruchtträger durchschnitten (vergr.); *cp* die Perithecien. *C* ein Perithecium noch stärker vergrößert; *D* ein Ascus zerrissen, die schmalen Sporen (*sp*) entlassend (nach *Sachs*).

bildet nach dessen Zerstörung eine harte Gewebemasse von etwa 1—2 Centimeter Länge und dunkelvioletter Farbe, das Sclerotium, welches unter dem Namen Mutterkorn bekannt ist. Dieses Sclerotium entwickelt, auf Erde gebracht, im kommenden Frühjahre einige gestielten Köpfchen ähnliche Stromata (Fig. 106 *A*), auf deren Oberfläche die zahlreichen Perithecien eingesenkt sind (Fig. 106 *B*, *cp*). Die hierin entwickelten Schlauchsporen gelangen auf junge Roggenpflanzen und erzeugen dort, indem das Mycelium, durch die Blattscheiden eindringend, sich bis in die Blüthe verbreitet, wieder den sog. Honigthau. — Die Arten der Gattung *Cordyceps* bewohnen Insectenlarven.

Zu den Pyrenomyceten dürfte wohl auch *Dematophora* necatrix gehören, deren Mycelium in den Wurzeln des Weinstocks und anderer Pflanzen lebt; von Fortpflanzungsorganen kennt man bisher nur Conidien.

Offizinell: Secale cornutum, das Sclerotium von Claviceps purpurea.

Fig. 107. Längsschnitt des Fruchtkörpers von Peziza convexula; *h* das Hymenium (nach *Sachs*).

d) Die Discomyceten oder Scheibenpilze unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, daß das Hymenium auf der Oberfläche des meist scheiben- oder becherförmigen Fruchtkörpers, des Apotheciums, ausgebreitet ist (Fig. 107 *h*).

1) Die Phacidiaceen leben auf verschiedenen Pflanzentheilen, denen die meist kleinen schwärzlichen Fruchtkörper ein- oder aufgewachsen sind. *Rhytisma* acerinum erscheint in Form rundlicher schwarzer Flecken auf Ahornblättern; das Mycelium lebt parasitisch; die Entwickelung der Fruchtkörper findet aber erst auf den abgefallenen Blättern statt; ähnlich verhalten sich *Hysterium* nervisequium auf den Nadeln der Weißtanne, H. macrosporum auf denen der Fichte und H. Pinastri auf denen der Kiefer; sie verursachen meist Rothwerden und Abfallen der Nadeln; die Fruchtkörper sind länglich und sprengen die Epidermis in zwei Lippen.

2) Die Pezizaceen mit meist fleischigen oder wachsartigen, becherförmigen Fruchtkörpern leben auf verschiedenen Substraten, *Ascobolus* auf Mist, viele Arten von *Peziza* auf dem Erdboden, andere auf Pflanzentheilen (P. Willkommi verursacht den sog. Krebs der Lärchenstämme), *Bulgaria* mit gallertartigem kreiselförmigen schwarzen Fruchtkörper auf todten Zweigen.

3) Die Helvellaceen haben Fruchtkörper von im allgemeinen keulenförmiger Gestalt, deren flache oder netzigrunzelige Oberfläche ganz mit dem Hymenium überzogen ist; hierher gehören die (eßbaren) Arten der Gattung *Morchella*, Morchel mit kegelförmigem Hut, d. h. oberem Theil des Fruchtkörpers; *Helvella* u. a.

Die Flechten (Lichenes) sind nach neueren Untersuchungen nur Ascomyceten und zwar aus den beiden Abtheilungen der Pyrenomyceten und Discomyceten, welche auf Algen und chlorophyllhaltigen Schizophyten schmarotzen. Diese Algen sind in den Flechtenthallus eingeschlossen und wurden früher als Gonidien bezeichnet (Fig. 108 *g*.) Es sind theils ein-

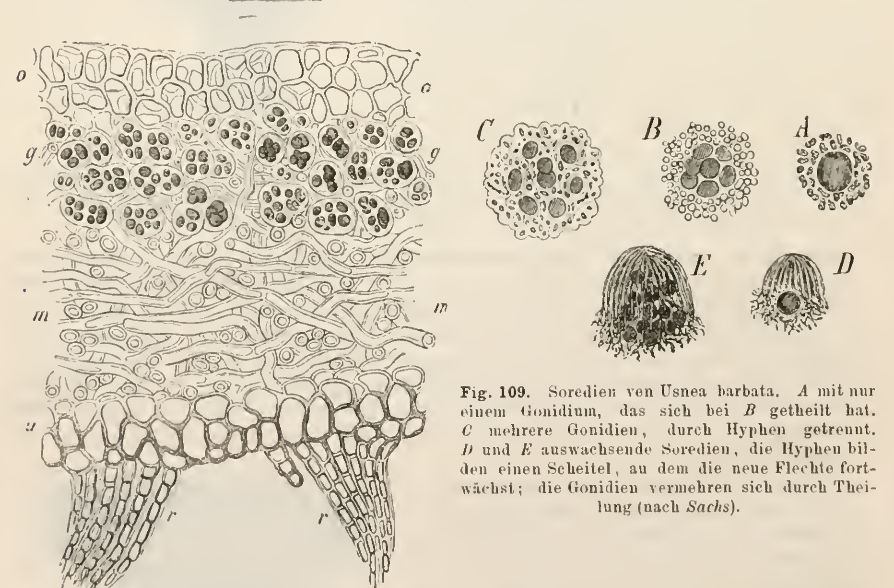


Fig. 109. Soredien von Usnea barbata. *A* mit nur einem Gonidium, das sich bei *B* getheilt hat. *C* mehrere Gonidien, durch Hyphen getrennt. *D* und *E* auswachsende Soredien, die Hyphen bilden einen Scheitel, an dem die neue Flechte fortwächst; die Gonidien vermehren sich durch Theilung (nach *Sachs*).

Fig. 108. Querschnitt durch den Thallus von Sticta fuliginosa (500); *o* Rinde der Oberseite, *u* der Unterseite; *m* Hyphengeflecht der Markschicht; *g* die Gonidien, *r* Haftfasern der Unterseite (nach *Sachs*).

zelne kugelige grüne Zellen, welche der Familie der Pleurococcaceen angehören, oder reihenweise verbundene, mit rothem Inhalt versehene Zellen der Gattung Chroolepus, oder die blaugrünen Fäden von Nostoc und anderen Cyanophyceen. Dieselben sind entweder ordnungslos im ganzen Thallus

der Flechte zerstreut; der Thallus heißt dann homöomerisch; oder in bestimmten Schichten zwischen dem Fadengeflechte angeordnet: heteromerischer Thallus (Fig. 108). Die Fortpflanzungsorgane gehören vollständig dem Pilz an und sind demgemäß in Schläuchen erzeugte Sporen; die Schläuche stehen bei den einen auf der Oberfläche schüsselförmiger Organe, der sog. Apothecien (Discomyceten), bei den anderen in Perithecien eingeschlossen (Pyrenomyceten). Auch Spermogonien finden sich wie bei anderen Ascomyceten und sind hier mit großer Wahrscheinlichkeit als männliche Organe nachgewiesen, in denen die Spermatien abgeschnürt werden. Letztere werden durch das zeitweise vorhandene Wasser zu den weiblichen Organen, den oben (S. 144) erwähnten Trichogynen, gebracht, aus denen dann sich der Fruchtkörper entwickelt. Außerdem vermehren sich die Flechten noch durch Soredien, nämlich Knäuel von Gonidien, umsponnen von Pilzfäden, die aus dem Thallus frei werden und wieder zu einem neuen Thallus auswachsen (Fig. 109). — In neuester Zeit wurden auch einige ebenso auf Cyanophyceen parasitirende Basidiomyceten aus den Tropen bekannt.

Die Flechten leben an Bäumen, Felsen, Mauern, auch auf der Erde zwischen Moosen; sie können vollständig austrocknen, ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren.

Man pflegt sie in künstlicher Weise nach der Form und Beschaffenheit des Thallus in vier Ordnungen einzutheilen.

I. Strauchflechten. Der Thallus wächst strauchförmig aufrecht oder hängend und ist multilateral oder bilateral gebaut, d. h. ohne Verschiedenheit von Ober- und Unterseite, die Gonidienschicht bildet gewöhnlich einen Hohlzylinder.

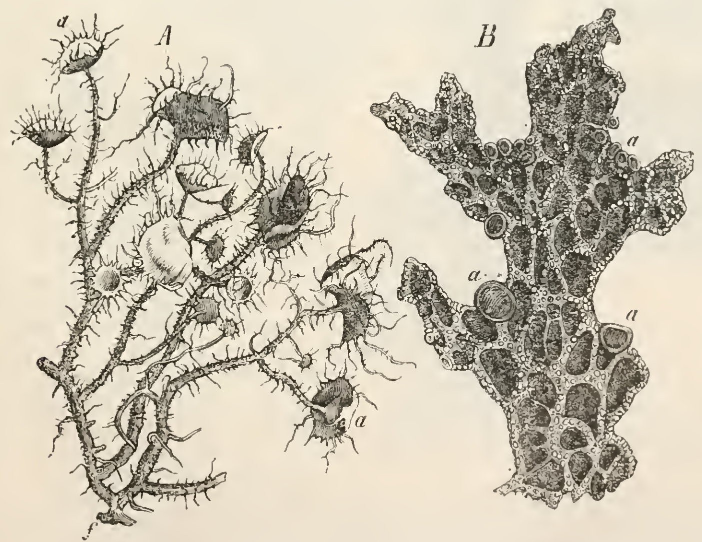


Fig. 110. *A* eine Strauchflechte, Usnea barbata, mit Apothecien *a*; *B* eine Laubflechte, Sticta pulmonacea, mit Apothecien *a* (nat. Gr.) (nach *Sachs*).

Usnea in mehreren Arten (Fig. 110 *A*) und verwandte Gattungen mit zylindrischem Thallus, Baumbart, an Bäumen. — *Roccella* tinctoria wächst an Felsen in den Mittelmeergegenden und dient nebst anderen Flechten zur Bereitung des Lacmus. — *Ramalina* und *Evernia* mit bandartig flachem Thallus häufig an Bäumen, Bretterzäunen, ähnlich *Cetraria* islandica, isländisches Moos, im Norden und auf Gebirgen, giebt beim Kochen mit Wasser eine schleimige Flüssigkeit. Andere Arten von Cetraria haben den Bau der Laubflechten. — *Cladonia*, Säulchenflechte, mit schuppenartigem niederliegenden Thallus, von dem sich aufrechte, kreiselförmige oder korallenähnliche Äste erheben, an denen die Apothecien sitzen; Cl. fimbriata gemein, Cl. rangiferina, Rennthiermoos, auf Haiden. — *Sphaerophorus* von ähnlichem Aussehen, aber pyrenokarp.

Offizinell: Lichen islandicus, der Thallus von Cetraria islandica.

II. Laubflechten. Der Thallus ist flach ausgebreitet, dorsiventral, dem Substrat anliegend; die grünen (seltener blaugrünen) Gonidien bilden eine einfache Schicht unter der Oberseite (Fig. 108). Der Umriß des Thallus ist gewöhnlich lappig.

Parmelia parietina findet sich mit ihrem schwefelgelben, reichlich fruktifizirenden Thallus an jedem Baumstamm, an Mauern, meist gesellig mit anderen graugefärbten Arten. — *Physcia* ciliaris mit bewimpertem Thallus. — *Sticta* pulmonacea (Fig. 110 *B*) mit netziggrubigem gelblichem Thallus, an Baumstämmen. — *Peltigera*, in verschiedenen Arten auf dem Moosboden der Wälder, trägt die flachen Apothecien am Rande der Thalluslappen. — *Umbilicaria* und *Gyrophora* von schwärzlicher Farbe, mit zentraler Anheftung, an kieselhaltigen Felsen. — *Endocarpon* mit graulichem, von den zahlreichen Perithecien schwarz punktirtem Thallus, an Felsen.

III. Krustenflechten. Der Thallus besitzt gewöhnlich keinen bestimmten Gesammtumriß und läßt sich oft kaum vom Substrat unterscheiden, auf welchem nur die Früchte sich bemerkbar machen.

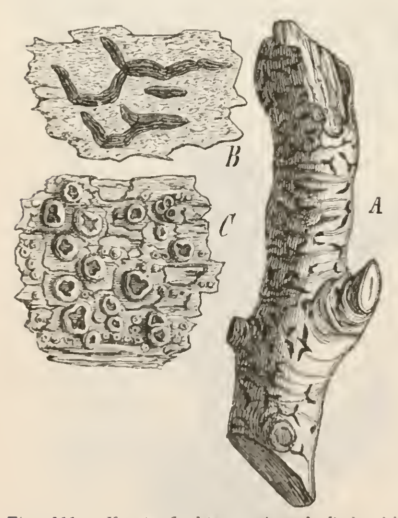


Fig. 111. Krustenflechten. *A* und *B* Graphis elegans. *B* wenig vergrößert. *C* Pertusaria Wulfeni (wenig vergr.) (nach *Sachs*).

Die zahlreichen Arten und Gattungen werden nach Gestalt und Größe der Sporen und dem Bau des Fruchtkörpers unterschieden.

a) Discocarpi: das Apothecium ist von einem aus Thallussubstanz gebildeten Saum umgeben und anfangs durch diesen geschlossen bei den *Lecanoreen*, z. B. *Lecanora* subfusca, an Baumstämmen gemein, oder von einem besonderen Rand umgeben, und anfangs offen bei den *Lecideaceen*, wohin z. B. die gemeine *Buellia* parasema, an Baumstämmen, *Biatora*, *Rhizocarpon* geographicum, das auf kieselhaltigen Gesteinen oft schwefelgelbe Krusten von kolossaler Ausdehnung bildet; die Apothecien sind von unregelmäßiger, oft linienförmiger Gestalt (Fig. 111 *A*, *B*) bei den *Graphideen*, deren Gonidien von rothen Chroolepuszellen gebildet werden; *Graphis* scripta gemein an Buchenstämmen. Gestielte Apothecien haben die sehr kleinen *Calicieen* (mit Rand) an Rinden, Bretterzäunen häufig, und die *Baeomyceen* (ohne Rand), *Baeomyces* roseus häufig auf Sandboden.

b) Pyrenocarpi. Die Perithecien sind Thalluswarzen einzeln oder zu mehreren eingesenkt (Fig. 111 *C*) bei *Pertusaria*; mit besonderem schwarzem Gehäuse aus dem Thallus warzenförmig vorragend bei *Verrucarieen*.

Die Krustenflechten bewohnen in zahlreichen Arten noch die höchsten Felsen der Alpen, auf denen sonst keine Vegetation mehr gedeiht, und tragen wesentlich zu deren Verwitterung bei. — An Baumstämmen finden sie sich vorzugsweise an solchen mit glatter Rinde, da sie durch die Borkebildung in ihrem Wachsthum gestört werden.

IV. Homöomerische Flechten. Die Gonidien werden von Cyanophyceen gebildet; der Thallus meist lappig, von schwärzlicher Farbe, befeuchtet gallertartig weich, oder auch fädig.

Letzteres bei *Ephebe* (in Gebirgen), welche eigentlich nur eine von Hyphen umsponnene Cyanophycee (Sirosiphon) vorstellt; gallertig besonders *Collema*, in mehreren Arten (Fig. 112, s. auch oben Fig. 102) auf feuchter Erde, an Felsen.



Fig. 112. Eine Gallertflechte, Collema pulposum (wenig vergr.) (nach *Sachs*).

Ordnung 9. Uredineae, Rostpilze.

Schmarotzer, deren Mycelien im Innern der Zellen zahlreicher Pflanzen leben und gewöhnlich mehrere Formen von Sporen erzeugen. Bei den

Fig. 113. Puccinia graminis; *I* Blattquerschnitt von Berberis mit Aecidien *a*; *p* deren Wand; *u* Unter-, *o* Oberseite des Blattes, das an der Strecke *u y* in Folge des Schmarotzers verdickt ist; auf der Oberseite stehen Spermogonien (*sp*). *A* ein junges noch nicht hervorgebrochenes Aecidium. *II* Teleutosporenlager (*t*) auf dem Blatt von Triticum repens, *e* dessen Epidermis. *III* Theil eines Uredolagers ebendort; *ur* die Uredosporen; *t* eine Teleutospore (nach *Sachs*).

meisten entstehen (wahrscheinlich infolge von Befruchtung durch Spermatien) auf dem Mycelium kleine Fruchtkörper, die Accidien (Fig. 113 *I*, *a* und *A*), welche in Form kleiner Näpfchen aus dem befallenen Pflanzentheil vorragen; deren Grund ist mit einer Schicht von Basidien ausgekleidet, auf deren jeder eine ganze Reihe meist röthlich gefärbter Sporen abgeschnürt wird; die Hülle dieses Fruchtkörpers wird von den peripherischen, unter sich verwachsenen, sterilen Sporenreihen gebildet. Außer diesen Aecidien finden sich, gewöhnlich in ihrer Begleitung, Spermogonien (Fig. 113 *I, sp*) vor, ferner, und zwar meist zu anderen Jahreszeiten, zweierlei andere Sporen, welche nur einzeln, nicht reihenweise, von ihren Trägern abgeschnürt werden; auch bilden die Träger dieser Sporen kein abgeschlossenes Fruchtlager, sondern unregelmäßig begrenzte Haufen, die unter der Epidermis der Nährpflanze hervorbrechen. Diese Sporen sind nun einerseits die Stylosporen oder Sommersporen (früher als besondere Pilzgattung, Uredo, betrachtet), Fig. 113 *III*, *ur*, welche immer einzellig, meist von röthlicher Farbe sind und sofort mittelst Entsendung eines gewöhnlichen Myceliumfadens keimen, um den Parasiten auf andere Individuen zu übertragen und dort in wenig Tagen von Neuem die Sporenbildung zu veranlassen. Andererseits sind es Teleutosporen oder Wintersporen, welche meist schwärzlich gefärbt, oft mehrzellig sind (Fig. 113 *III*, *t* und *II*), und bei vielen Arten erst im Herbste entstehen, um den Winter über zu ruhen und dann in eigenthümlicher Weise zu keimen, indem der hervorwachsende Myceliumfaden, das sog. Promycelium, sich in vier Zellen theilt, deren jede eine kleine Spore, eine sog. Sporidie, abschnürt (Fig. 114); erst diese Sporidie dringt wieder mittelst ihres Keimfadens in eine Nährpflanze ein.

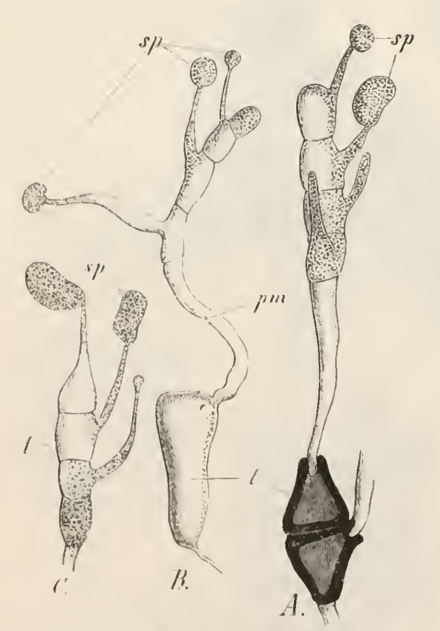


Fig. 114. Keimung der Teleutosporen verschiedener Uredineen; *A* von Puccinia (100), *B* von Melampsora (300), *C* von Coleosporium (230); *t* Teleutosporen. *pm* Promycelium, *sp* Sporidien.

Diese verschiedenen Sporen treten gewöhnlich in der Abwechslung auf, daß das aus den Aecidiensporen sich entwickelnde Mycelium Stylosporen, das aus diesen hervorgehende (oft wieder Stylosporen und sofort ein paarmal wiederholt) zuletzt Teleutosporen erzeugt; aus deren Keimung geht dann wieder ein Aecidium-bildendes Mycelium hervor. Dazu kommt für viele Arten noch die Heteröcie, d. h. die Eigenthümlichkeit, daß mit diesem Wechsel der Sporenform auch ein Wechsel der Nährpflanze verbunden ist. Es besitzen jedoch nicht alle Arten den gleichen Reichthum

von Sporenformen; man kennt Rostpilze, bei denen aus Aecidiensporen wieder Aecidien hervorgehen, ebenso für Teleutosporen; bei anderen ist man allerdings berechtigt, anzunehmen, daß ihr Entwickelungsgang zur Zeit noch nicht vollständig bekannt ist. Die Rostpilze gliedern sich in folgender Weise in natürliche Gruppen:

I. Endophylleae. Nur Aecidien, welche sich ohne andere Sporenform reproduziren, deren Sporen mit Promycelien keimen, wie sonst die Teleutosporen. — *Endophyllum* Sempervivi auf den Blättern der Hauswurz.

II. Puccinieae. Die Teleutosporen ein- oder mehrzellig, auf einzelnen freien Stielen; meist auch Aecidien und Stylosporen. Zur Gattung *Puccinia* mit zweizelligen Teleutosporen gehört vor Allem Puccinia graminis (Fig. 113), der Rost des Getreides; die Stylosporen (früher Uredo linearis genannt) bilden auf den Blättern und Halmen der Getreidearten und Gräser rothe Streifen; im Herbste treten in ähnlichen schwarzen Streifen die Teleutosporen auf, welche erst im kommenden Frühjahre keimen und zwar nur auf den Blättern von Berberis, wo auf rothen angeschwollenen Stellen die Aecidien (früher als Aecidium Berberidis beschrieben) auftreten; deren Sporen, auf Graspflanzen gelangt, erzeugen sofort ein Mycelium mit Stylosporen, den Rost. Ebenso verhalten sich P. straminis, deren Aecidien auf Boragineen, und P. coronata, deren Aecidien auf Rhamnus auftreten. Diese drei Rostpilze können auf Gramineen nicht auftreten, wenn nicht im Frühjahre die Aecidienbildung stattgefunden hat, sind daher in ihrem Vorkommen von den Nährpflanzen der Aecidien abhängig. — Bei P. Malvacearum kennt man nur die Teleutosporen, die ohne Abwechslung immer wieder teleutosporentragende Mycelien hervorbringen. — P. Compositarum mit den verschiedenen Sporenformen auf der gleichen Pflanze. — Von Puccinia ist *Uromyces* nur durch die einzelligen Teleutosporen verschieden; U. Betae erzeugt den Runkelrübenrost; zu Uromyces Pisi auf Papilionaceen gehört das Aecidium, das in den Blättern der Euphorbia Cyparissias auftritt, und deren auffallende Verbreiterung verursacht; das Aecidiummycelium perennirt hier im Rhizom der Wolfsmilch. — *Phragmidium* mit mehrzelligen Teleutosporen häufig auf Blättern der Rosen, Brombeeren u. s. w.

III. Gymnosporangieae. Die Teleutosporen zweizellig auf Stielen, die zu einer gallertigen Masse verbunden sind; das teleutosporenbildende Mycelium perennirt in den Zweigen von Nadelhölzern, besonders Juniperusarten; die Teleutosporen erscheinen im Frühjahre und keimen auf den Blättern von Pomaceen, wo im Sommer die großen, sich durch Längsspalten öffnenden Aecidien auftreten. *Gymnosporangium* fuscum auf Juniperus Sabina, die Aecidien (Röstelia cancellata) auf Birnblättern; G. clavariaeforme auf Juniperus communis, die Aecidien (R. lacerata und penicillata) auf Apfel- und Weißdornblättern; G. conicum ebenfalls auf J. communis; die Aecidien (R. cornuta) auf Vogelbeerbäumen.

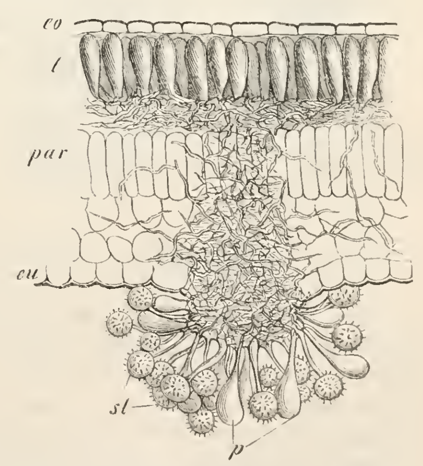


Fig. 115. Querschnitt durch ein von Melampsora salicina befallenes Weidenblatt, *par* dessen Parenchym, *co* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite; an der Unterseite bricht ein Lager von Stylosporen (*st*) mit Paraphysen (*p*) hervor, unter der Epidermis der Oberseite das junge Teleutosporenlager *t* (260).

IV. Melampsoreae. Die Teleutosporen meist mehrzellig, zu einem festen Lager pallisadenartig untereinander verbunden (Fig. 115 *t*); Aecidien für die meisten nicht bekannt, wohl aber Stylo-

sporen. *Melampsora* mit schwarzen, im Frühjahre reifenden Teleutosporenlagern, M. salicina, populina, betulina, Lini auf den entsprechenden Pflanzen. M. Göppertiana verursacht auffallende Anschwellungen an den Stengeln von Vaccinium Vitis idaea. Das zugehörige Aecidium auf den Nadeln der Weißtanne (Ae. columnare). — *Chrysomyxa* abietis mit goldgelben Teleutosporen, die Ende April auf den zweijährigen Fichtennadeln auftreten und bei der Keimung die sich eben entfaltenden Nadeln inficiren. Hier entwickeln sich direkt wieder Teleutosporen, Aecidien existiren nicht; hingegen gehören zu Chrysomyxa Rhododendri, welche auf den Blättern der Alpenrose vorkommt, die früher als Ac. abietinum beschriebenen Aecidien auf den Fichtennadeln. *Coleosporium* mit ebenfalls goldgelben Teleutosporen, welche sich selbst in das Promycelium umbilden (Fig. 114 *C*), auf verschiedenen Kräutern. Zu C. Senecionis, das auf S. silvaticus u. a. im Sommer (Stylosporen) und Herbst (Teleutosporen) häufig ist, gehört vielleicht das Aecidium Pini, dessen Mycelium in den Nadeln und der Rinde der Kiefern perennirt und im Frühjahre die mit großer weißer Hülle versehenen Aecidien trägt.

V. Unvollständig bekannte Aecidien, die sich nicht direkt reproduciren, also Teleutosporen besitzen müssen, deren Zugehörigkeit noch nicht erkannt ist; dahin *Aecidium* elatinum, das in der Rinde der Weißtanne lebt und die großen Krebsgeschwülste, sowie die als Hexenbesen bekannten monströsen Zweige verursacht, auf deren Nadeln die Aecidienfrüchte erscheinen. — Aec. strobilinum auf den Zapfenschuppen der Fichte. — Als Aecidium ist auch *Caeoma* aufzufassen, dessen Fruchtlager von keiner Hülle umgeben ist; C. pinitorquum in den Zweigen junger Kiefern meist nur einseitig auftretend, daher diese sich krümmen.



Fig. 116. Basidie (*b*) von Tremella (350); *s* Sterigma, *sp* Sporen.

Ordnung 10. Tremellineae, Gallertpilze.

Von dem im Substrat verborgenen Mycelium erwachsen Fruchtkörper, welche manchen der folgenden Ordnung äußerlich ähnlich sehen, sich aber durch die Gestalt der sporenabschnürenden Basidien (Fig. 116) unterscheiden. Es sind diese Fruchtkörper zu vergleichen mit den Teleutosporenlagern der Uredineen; Aecidien oder ähnliche Organe kommen nicht vor.

Tremella mesenterica, mit unregelmäßig faltigem Fruchtkörper; *Exidia* Auricula Judae, Hollunderschwamm mit flachem, etwa einer Ohrmuschel ähnelndem Fruchtkörper u. a., nicht selten auf faulem Holze.

Ordnung 11. Hymenomycetes, Hutpilze.

Zu dieser Ordnung, welche man wohl auch als die eigentlichen Basidiomyceten im engeren Sinne bezeichnet, gehören die meisten der großen, im gewöhnlichen Leben als Pilze oder Schwämme bezeichneten Repräsentanten der Klasse. Das Mycelium kriecht meist in Form zarter weißer Fadengeflechte im Substrat verborgen, und der Theil, welcher gewöhnlich als Pilz bezeichnet wird, ist der Fruchtkörper, d. h. dient zur Erzeugung der Sporen. Man glaubte, daß diese Fruchtkörper, ähnlich wie die der Ascomyceten, infolge einer am Mycelium stattfindenden Befruchtung entstehen müßten; die sorgfältigsten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß sie ohne sexuelle Vorgänge direkt durch Auswachsen einzelner

Theile des Myceliums hervorgehen. Durch Vermittlung der vorigen Ordnung lassen sich die Hymenomyceten mit den Uredineen vergleichen, und man ist zu der Annahme berechtigt, daß der Fruchtkörper der Hymenomyceten ebenso wie der Tremellinen, einem Teleutosporenlager entspricht, und daß sexuell erzeugte Fruchtkörper, wie die Aecidien, überhaupt nicht mehr gebildet werden.

An der Oberfläche des Fruchtkörpers werden auf Basidien, die zu Hymenien vereinigt sind, die Sporen gebildet; die Basidie (Fig. 117 *C*) trägt an ihrer Spitze zwei oder vier kleine schmale Fortsätze, Sterigmen, auf deren jedem einmal eine Spore abgeschnürt wird.

Nach der Gestalt der hymenientragenden Fläche unterscheidet man folgende Familien:

1) Thelephoreae. Die hymenientragende Fläche ist krustenförmig auf dem Substrat ausgebreitet oder bildet die glatte Unterfläche eines hutförmigen Fruchtkörpers. Die einfachste Form ist *Exobasidium* Vaccinii, das parasitisch auf den Blättern der Preißelbeere lebt und in Gestalt weißlicher Krusten erscheint. *Corticium* bildet Krusten auf Baumrinden; *Stereum* hat hutförmige Fruchtkörper, die von oben manchen Polyporusarten (s. unten) täuschend ähnlich sind, aber eine glatte Hymenialfläche besitzen, häufig an Baumstämmen, Stöcken.

Fig. 117. Agaricus campester. *A* tangentialer Abschnitt des Hutes, die Lamellen (*l*) zeigend. *B* ein solcher Schnitt durch eine Lamelle stärker vergrößert; *hy* das Hymenium; *t* das mittlere Gewebe, Trama genannt. *C* ein Stück desselben Schnittes stärker (550) vergrößert. *q* junge Basidien und Paraphysen; *s'* erste Bildung der Sporen auf der Basidie; *s''* und *s'''* weiter entwickelte Sporen; bei *s''''* sind die Sporen schon abgefallen (nach *Sachs*).

2) Clavarieae. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des zylindrischen oder keulenförmigen, oft verzweigten Fruchtkörpers; *Clavaria* in vielen Arten, besonders C. flava, Ziegenbart, eßbar, mit schwefelgelbem, korallenartig verzweigtem Fruchtkörper (Fig. 118 *A*).

3) Hydneae. Das Hymenium überzieht stachelförmige Vorragungen des Fruchtkörpers; dieser ist krusten- oder meist hutförmig, seitlich angewachsen oder gestielt. *Hydnum* imbricatum, Habichtsschwamm, eßbar, und andere Arten mit fleischigem, zentral gestieltem Hute (Fig. 118 *B*).

4) Polyporeae. Das Hymenium überzieht die Innenfläche von Röhren, welche

frei oder meist zu einer Fruchtschicht fest unter sich verwachsen einen Theil des Fruchtkörpers bedecken. *Polyporus* und *Trametes* besitzen meist seitlich angewachsene, oft hufförmig gestaltete Fruchtkörper (Fig. 118 *C*). P. fomentarius dient zur Bereitung des Feuerschwammes, das Mycelium von Trametes Pini wächst im Kernholz der Kiefer und verursacht dessen Fäulnis; T. radiciperda in den Wurzeln und unteren Stammtheilen der Kiefer und Fichte, deren Absterben verursachend. Verschiedene Arten, so besonders P. igniarius und P. sulphureus, verursachen durch das Wachsthum und die Ernährung ihres Myceliums die als Fäulnis bezeichneten Zersetzungen des Holzes lebender Bäume, an deren Oberfläche alsdann die Fruchtkörper erscheinen. — *Daedalea*, deren Röhren in Form labyrinthischer Gänge untereinander



Fig. 118. *A* Zweig eines Fruchtkörpers von Clavaria flava (nat. Gr.). *B* Fruchtkörper von Hydnum imbricatum, *st* die Stacheln, *s* Schuppen der Oberseite (¼ nat. Gr.). *C* Längsdurchschnitt durch den Fruchtkörper eines Polyporus, *p* die mit dem Hymenium ausgekleideten Röhren, auf der Unterfläche als Poren erscheinend (½ nat. Gr.).

anastomosiren, an alten Eichen. — *Merulius* lacrimans, der Hausschwamm; das Mycelium überzieht und zerstört das Gebälk der Häuser. — *Boletus* mit fleischigem, zentral gestieltem Hut, dessen Fruchtschicht sich sehr leicht abziehen läßt, häufig in eßbaren (B. edulis, Steinpilz, B. scaber, Kapuzinerpilz) und giftigen (B. Satanas u. a.) Arten.

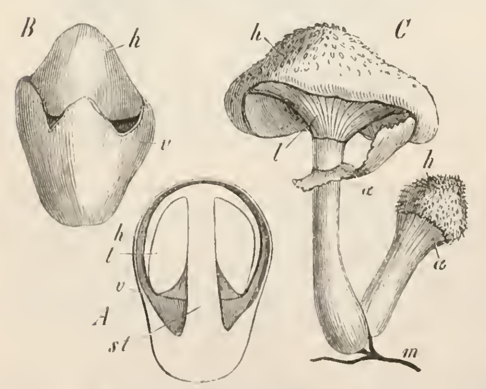


Fig. 119. *A* Jugendzustand des Agaricus vaginatus, *v* das Velum universale, *st* Stiel, *h* Hut, *l* Lamellen; *B* etwas vorgeschrittener, das Velum *v* aufgerissen; *C* Agaricus melleus, *m* Mycelium, *a* der Ring, entstehend aus dem Velum partiale (½ nat. Gr.).

5) Agaricinae. Das Hymenium überzieht lamellenartige Vorsprünge des Fruchtkörpers, der meist die Gestalt eines gestielten oder sitzenden Hutes besitzt; die gestielten Hüte sind anfangs in Hüllen eingeschlossen, welche nach der völligen Entwickelung als besondere Anhängsel erhalten bleiben; eine Hülle, welche den ganzen Hut sammt Stiel einschließt und nach der Entfaltung wie eine Scheide die Stielbasis umgiebt (z. B. Amanita), heißt Velum universale (Fig. 119 *A*, *B*, *v*); dagegen bedeckt das Velum partiale nur die mit Lamellen besetzte Unterfläche des Hutes und bildet nach dessen Entfaltung

entweder vom Rand herabhängende Fetzen oder einen Ring um den Stiel (Fig. 119 *C*, *a*, z. B. Agaricus campester, procerus); beim Fliegenschwamm, Amanita muscaria, kommen beide Arten von Velum gemeinschaftlich vor. Außer diesen augenfälligen Charakteren ist für das Erkennen der Arten noch die Sporenfarbe wichtig; dieselbe wird konstatirt, indem man den Fruchtkörper auf weißes oder schwarzes Papier legt, das sich alsbald mit den abfallenden Sporen bedeckt.

Die große Gattung *Agaricus*, Blätterpilz, ist neuerdings in mehrere Gattungen gespalten worden. Bei *Coprinus* zerfließt der Fruchtkörper alsbald zu einer schwarzen schmierigen Flüssigkeit; *Lactarius* enthält Milchsaft. Bei *Cantharellus* ziehen sich die Lamellen weit am Stiel herab. Von eßbaren Arten seien erwähnt: Cantharellus cibarius, Lactarius deliciosus, Agaricus campester, Champignon, A. procerus, Parasolschwamm mit verschiebbarem Ring, A. caesareus; von giftigen: Lactarius torminosus, Agaricus (Amanita) muscarius, Fliegenschwamm. — A. melleus, Hallimasch, hat ein eigenthümliches, zu festen, außen schwarzglänzenden Strängen verflochtenes Mycelium (frühere Pilzgattung Rhizomorpha), das in der Rinde von Bäumen lebt und junge Nadelholzpflanzen (besonders Kiefern und Fichten) tödtet; durch ausläuferartige Zweige wächst es in der Erde weiter, um zu anderen Baumwurzeln zu gelangen.

Andere Gattungen haben Fruchtkörper von härterer, lederiger oder holziger Consistenz, die meist an altem Holze leben, so *Panus* mit exzentrisch gestieltem kleinem Hute, *Lenzites* mit seitlich sitzendem Hute, *Marasmius*, dessen kleine zierliche Hüte häufig auf abgefallenen Fichtennadeln erscheinen.

Offizinell: Fungus chirurgorum, die weichste Schicht aus dem Hute des Polyporus fomentarius.

Ordnung 12. Gastromycetes, Bauchpilze.

Das Hymenium ist im Innern des Fruchtkörpers eingeschlossen; dessen inneres Gewebe bildet zahlreiche Hohlräume oder Kammern, deren Zwischenwände als Trama bezeichnet werden. Das Hymenium überkleidet, der Trama aufliegend, die Innenwände der Kammern. Mit der Fruchtreife vollziehen sich meist weitgehende Veränderungen dieser inneren Gewebe; die Außenschicht oder Peridie des Fruchtkörpers ist meist in zwei Lagen gesondert; je nach den Veränderungen des inneren Gewebes und der Beschaffenheit der Peridie unterscheidet man:

1) Die *Hymenogastreen*, deren Kammern und Hymenium erhalten bleiben (Fig. 120 *A*, *k*); trüffelähnliche, unterirdische Pilze.

2) Die *Lycoperdaceen* oder *Staubpilze*; von dem inneren Gewebe bleiben nur einzelne starke Fäden der Trama, das *Capillitium* (Fig. 120 *B*) und dazwischen die isolirten Sporen übrig. Bei *Lycoperdon* schuppt sich die äußere Peridie ab, die innere reißt an der Spitze auf und entläßt die Sporenmasse als Staubwolke. — Bei *Geaster* reißt die äußere Peridie sternartig auf und schlägt sich zurück; die innere öffnet sich mit einem Loch an der Spitze.

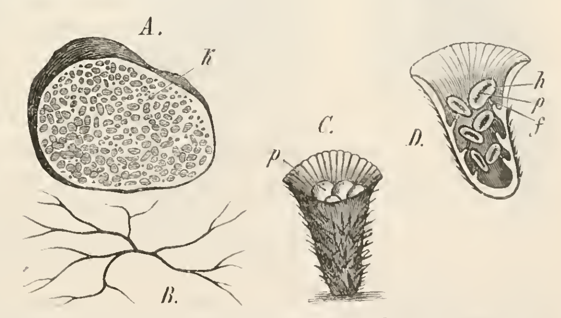


Fig. 120. *A* Fruchtkörper von Rhizopogon, durchschnitten, natürl. Größe; *k* die Kammern; *B* Capillitiumfaser von Lycoperdon, stark vergr. *C* und *D* Fruchtkörper von Cyathus striatus, *C* von außen, natürl. Größe, *p* die Kammern; *D* der Länge nach durchschnitten, *p* die Kammern mit dem Stiel *f*, enthaltend das Hymenium *h*.

3) Die *Nidularieen* haben becherförmige Fruchtkörper, in welchen die Kammern sich zu einzelnen kleinen harten Körpern isoliren; *Crucibulum* und *Cyathus* nicht selten auf faulem Holz (Fig. 120 *C* und *D*).

4) Die *Phalloideen;* hier hebt sich nach Aufreißen der durchsichtigen Peridie das gesammte innere Gewebe auf einem Stiel empor und zerfließt zu einem übelriechenden Schleim, der die Sporen enthält. *Phallus* impudicus, Giftmorchel, in Gebüschen.

Zweite Gruppe.

Die Muscineen.

Bei der Gruppe der Muscineen finden wir einen scharf ausgeprägten Generationswechsel, welcher in gewissen Momenten mit dem der folgenden Gruppe übereinstimmt; es wechselt nämlich eine geschlechtliche, d. h. Sexualorgane erzeugende Generation mit einer ungeschlechtlichen, in welcher Sporen gebildet werden, ab. Aus der keimenden Spore entwickelt sich, in einzelnen Fällen direkt, in den meisten durch Vermittelung eines sogenannten Vorkeims oder Protonemas die Geschlechtsgeneration in Form eines morphologisch gegliederten Vegetationskörpers, der Moospflanze, welche nur bei den niederen Formen ein Thallus, bei allen anderen aber ein beblätterter Stamm ist und die Sexualorgane in beliebiger Wiederholung erzeugen kann. Aus jeder befruchteten Eizelle geht ein Individuum der ungeschlechtlichen Generation hervor, welches mit der ursprünglichen Moospflanze äußerlich in Zusammenhang bleibt und die Form einer gestielten Kapsel besitzt, gewöhnlich als Moosfrucht bezeichnet. Diese bildet ohne Verzweigung oder Wiederholung die Sporen und schließt mit deren Reife ihre Lebensthätigkeit ab.



Fig. 121. *A* Aufplatzendes Antheridium von Funaria hygrometrica, *a* die Spermatozoiden (350); *B* letztere stärker vergrößert, *c* freies Spermatozoid von Polytrichum (800) (nach *Sachs*).

Da die Moospflanze in Stamm und Blatt gegliedert ist, aber noch keine echten Wurzeln und Gefäße besitzt, so nimmt die Gruppe den niedrigsten Platz unter den Cormophyten und zugleich den höchsten unter den Zellpflanzen ein.

Wie bei allen höheren Kryptogamen heißen die männlichen Sexualorgane Antheridien, die weiblichen Archegonien.

Die Antheridien sind kurz- oder langgestielte Gewebekörper von kugeliger, eiförmiger oder keulenförmiger Gestalt (Fig. 121), deren äußerste

Zellschicht eine sackartige Wandung bildet, während die inneren sehr kleinen und zahlreichen Zellen in sich je ein Spermatozoid entwickeln. Indem die sackartige Wandung des reifen Antheridiums unter Zutritt von Wasser an ihrem Scheitel aufreißt, gelangen die Mutterzellen der Spermatozoiden nach außen und entlassen hier erst die letzteren. Diese (Fig. 121 *c*) besitzen die Form von schraubig gewundenen Fäden mit dickerem Hinterende und bewegen sich mittelst zweier am vorderen Ende sitzender zarter Cilien in dem Wasser, welches die kapillaren Zwischenräume zwischen den Moosblättern und Rasen gelegentlich durchtränkt.

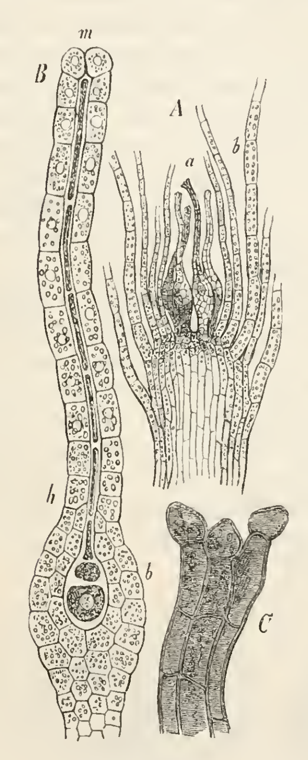


Fig. 122. Archegonien von Funaria hygrometrica; *A* auf dem Gipfel des Stämmchens sitzend (*a*); *b* Blätter (100); *B* ein einzelnes (550), *b* der Bauch, *h* der Hals, *m* die noch geschlossene Mündung; *C* die geöffnete Mündung eines befruchteten Archegoniums (nach *Sachs*).

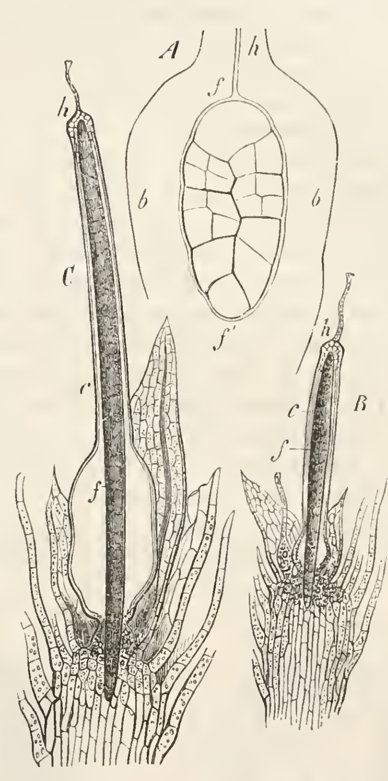


Fig. 123. Entwickelung der Kapsel von Funaria hygrometrica. *A* die Eizelle hat sich im Bauch des Archegoniums (*b*) in einen Gewebekörper (*ff'*) verwandelt (500). *B* dieser wächst (*f*) umgeben vom mitwachsenden Archegoniumbauch *c*, auf dessen Spitze noch der Hals *h* sitzt; *C* noch weiter entwickelt (40) (nach *Sachs*).

Die Archegonien (Fig. 122) sind von flaschenförmiger Gestalt, d. h. über ihrer Basis bauchartig erweitert und oben in einen langen Hals auslaufend. Bauch und Hals sind von einer axilen Zellreihe durchzogen; in deren unterster und größter Zelle bildet sich die Eizelle; die Reihe der übrigen wird als Kanalreihe bezeichnet. Diese verwandelt sich kurze Zeit vor der Befruchtung in eine Schleimmasse; die obersten Zellen des Halses,

die Deckelzellen (*m*), weichen auseinander und die Spermatozoiden dringen, durch diese Öffnung eintretend, im Kanal bis zur Eizelle vor, welche sich infolge der Befruchtung mit einer Membran umgiebt.

Die Sexualorgane stehen öfters einzeln, sehr häufig aber in Gruppen vereinigt, welche bald bloß aus Antheridien oder Archegonien, bald aber auch aus beiden gemengt bestehen. Diese Gruppen, auch wohl Moosblüthen genannt, werden bisweilen von besonderen Hüllen (Involucrum und Perianthium) umgeben. Als Paraphysen bezeichnet man Haargebilde, welche in diesen sog. Blüthen sich an der Basis der Sexualorgane vorfinden.

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich sofort die zweite, Sporen bildende Generation, das Sporogonium. Wenn sich dasselbe an seiner Basis auch mehr oder weniger in das Gewebe der Moospflanze einbohrt (Fig. 123 *C*) und auch von dieser ernährt wird, so stehen die beiderseitigen Zellen dennoch in keinem organischen Zusammenhange. Die Wandung des Archegoniumbauches, in welchem sich die Eizelle zum Sporogonium entwickelt, wächst noch eine Zeitlang fort und umgiebt, Calyptra genannt, das junge Sporogonium (Fig. 123 *B*, *C*, *c*, *h*); später zerreißt sie in nach den Klassen verschiedener Weise, so daß ihre Reste entweder an der Basis oder auf der Spitze des Sporogoniums hängen.

Das Sporogonium wird fast immer schon durch die erste in dem befruchteten Ei auftretende Theilungswand in zwei Theile gesondert: einen unteren, d. h. dem Grund des Archegoniums zugewendeten, den Fuß (Fig. 132 *f*), dessen Funktion die Befestigung an der Pflanze und Aufnahme der Nahrungsstoffe ist, und einen oberen, die Kapsel, deren untere Region häufig wieder zu einem Stiel sich ausbildet, während die Sporenbildung auf die eigentliche Kapsel beschränkt ist. Die zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen, in der die ersten Theilungswände der jungen Kapsel auftreten, lassen sich noch lange Zeit erkennen (Fig. 124 *gggg*) und

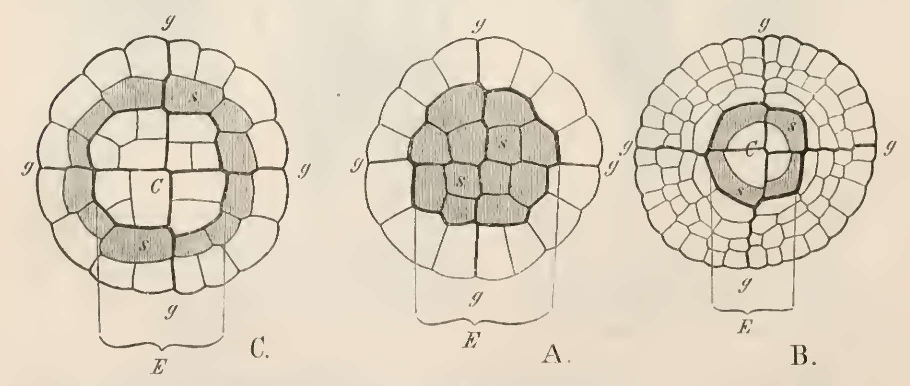


Fig. 124. Schematische Querschnitte durch junge Mooskapseln (vergr.); *A* von Sphaerocarpus, einer Jungermanniacee, *B* von Ceratodon, einem Laubmoos, *C* von Anthoceros. *gggg* die vier ersten Theilungswände, *E* das Endothecium, *s* die sporenbildende Schicht, *C* die Columella (*A* und *C* nach *Leitgeb*, *B* nach *Kienitz-Gerloff*).

stehen auch damit im Zusammenhang, daß sehr häufig die reife Kapsel viertheilig aufspringt. Das Kapselgewebe sondert sich stets in einen peri-

pherischen Theil, den man als Wand bezeichnen kann, und einen zentralen, das Endothecium (Fig. 124 *E*); letzteres wird bei den einfachsten Formen (Fig. 124 *A*) ganz zur Sporenbildung verwendet, oder es bilden sich einzelne Zellen desselben nicht zu Sporenmutterzellen, sondern zu Schleuderzellen, Elateren, aus, welche meistens eine nach innen vorspringende spiralige Wandverdickung besitzen; bei den meisten Laubmoosen (Fig. 124 *B*) scheidet sich ein zentraler Strang des Endotheciums als steriles Gewebe, Columella, aus und wird von der, der äußeren Schicht des Endotheciums entstammenden sporenbildenden Schicht, dem Archesporium, umgeben. Nur bei wenigen Formen (Anthoceros und Sphagnum) wird das ganze Endothecium zur Columella und das Archesporium entstammt der inneren Wandschicht (Fig. 124 *C*).

In den Sporenmutterzellen, welche sich isoliren und häufig vom Sporensack, den sich eigenthümlich ausbildenden Nachbarzellen, umschlossen werden, entstehen die Sporen durch Viertheilung. Dieselben werden nur selten durch frühzeitiges Zerfallen der Kapselwand frei; meistens springt die Kapsel auf, entweder in vier Klappen von der Spitze zur Basis, oder unregelmäßig, oder indem die obere Partie der Wandung deckelförmig abspringt; bei den meisten Laubmoosen aber springt ein Deckel ab, welcher schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel.

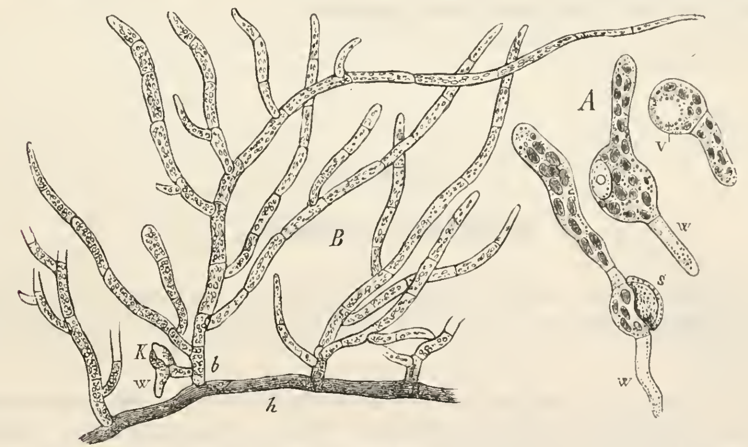


Fig. 125. *A* keimende Sporen von Funaria hygrometrica, *w* Wurzelhaar, *s* Exosporium (550). *B* Theil eines Protonemas, *k* Anlage eines beblätterten Stämmchens mit Wurzelhaar *w* (90) (nach *Sachs*).

Die Sporen sind kugelig oder tetraedrisch; ihre Membran besteht, wie auch bei denen der nächstfolgenden Gruppe, aus zwei Schichten, einer äußeren derberen, dem Exosporium, und einer inneren zarteren, dem Endosporium; bei der Keimung platzt das Exosporium und die vom Endosporium umschlossene Zelle wächst (Fig. 125 *A*) und theilt sich, wodurch in den meisten Fällen die Bildung des Protonemas, eines Geflechtes von chlorophyllhaltigen Zellreihen, oder einer grünen Zellfläche eingeleitet wird. Die Zellreihen des Protonemas sind theils unbegrenzte (Fig. 125 *B*, *h*),

theils begrenzte Seitengebilde (Fig. 125 *B*, *b*); es stellt somit dasselbe die Moospflanze in ihrer einfachsten Gestalt vor. Dies zeigt sich am deutlichsten in den Fällen, wo es an seinem Scheitel unmittelbar in die Moospflanze übergeht. Häufiger jedoch erfolgt dieser Übergang durch Seitenknospen (Fig. 125 *B*, *K*), welche an der Basis der begrenzten Seitenfäden entspringen.

Die Verzweigung der Moospflanze ist niemals axillär, sondern die Seitenzweige stehen gewöhnlich neben oder unter den Blättern.

Die Moospflanze besitzt bei sehr vielen Repräsentanten vegetative Vermehrungsorgane, gewöhnlich Brutknospen genannt. Auch außer diesen besonderen Organen besitzt sie in hohem Grade die Fähigkeit, sich auf vegetativem Wege auszubreiten durch Verzweigung und Rasenbildung; ja viele der häufigsten und massenhaft auftretenden Formen (z. B. Hylocomium triquetrum) erhalten sich vorzugsweise durch derartige Vervielfältigung und gelangen nur selten zur Befruchtung und Erzeugung von Kapseln.

Die Gruppe zerfällt in zwei Klassen, welche sich hauptsächlich durch folgende Merkmale unterscheiden:

Klasse X. Hepaticae, Lebermoose. Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Klasse XI. Musci, Laubmoose. Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält niemals Elateren, fast stets eine Columella.

Klasse X.

Hepaticae, Lebermoose.

Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Die Pflanze der ersten Generation ist bei einigen dieser Klasse angehörigen Formen ein wirklicher blattloser Thallus, bei anderen ein Thallus, an dessen Unterseite blattartige Schuppen entspringen; noch andere endlich besitzen einen mit grünen Blättern reich besetzten Stamm: erstere beide werden zusammen als frondose bezeichnet, letztere als foliose. Die frondosen Pflanzen sind ihrer Unterlage dicht angeschmiegt und besitzen dem entsprechend zwei voneinander verschiedene Seiten, eine chlorophyllreiche Oberseite, welche meist mit einer deutlichen Epidermis ausgestattet ist, und eine chlorophyllarme Unterseite, welche allein Wurzelhaare erzeugt. Auch die foliosen kriechen häufig auf ihrer Unterlage und zeigen entsprechend verschiedene Anordnung und Form der Blätter. Die Wurzelhaare sind stets einzellig. Die Calyptra umhüllt die Kapsel bis zur

Sporenreife und bleibt zerrissen an deren Basis hängen. Eine Columella kommt nur bei den Anthoceroteen vor; Elateren fehlen nur den Riccieen; das Aufspringen der Kapsel erfolgt verschiedenartig, jedoch niemals durch einen bereits äußerlich vorgezeichneten Deckel.

Die Klasse enthält drei Ordnungen:

Ordnung 1. Marchantiaceae.

Der bandartig flache, dichotomisch verzweigte Thallus trägt auf seiner Unterseite meist eine oder zwei Reihen von Ventralschuppen, welche man wohl auch als Blätter bezeichnen könnte, sowie Wurzelhaare, welche wenigstens theilweise mit zäpfchenartigen, nach innen vorspringenden Verdickungen versehen sind. Das chlorophyllreiche Gewebe der Oberseite ist von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Luftkanälen oder von Luftkammern durchsetzt, über welchen die Epidermis meist mit Ausnahme einer offenbleibenden Stelle (der Athemöffnung) zusammenschließt; daher rührt auch die bei manchen Arten (besonders Fegatella) deutlich hervortretende Felderung der Oberseite; jede rhombische Areole entspricht einer Luftkammer und trägt ungefähr in der Mitte die auch mit bloßem Auge deutlich erkennbare Athemöffnung.

Die Sexualorgane stehen einzeln eingesenkt oder zu scharf begrenzten Gruppen vereinigt auf der Rückenseite des Thallus, oder auf besonderen gestielten hutförmigen Thalluszweigen (Fig. 127 *A*, *hu*, *C*), wobei jedoch die Archegonien durch ein eigenthümliches Wachsthum derselben auf die Unterseite verschoben werden.

Die Kapseln sind nicht oder nur kurz gestielt, entbehren bei den einfachsten Repräsentanten des Fußes; die Wand zerfällt entweder frühzeitig, oder spaltet sich unregelmäßig oder bleibt in ihrem unteren Theil erhalten, während der obere als Deckel abgeworfen wird.

Fam. 1. Riccieae. Die Sexualorgane stehen meist einzeln auf dem Rücken des Thallus (Fig. 126); das Sporogonium besitzt keinen Fuß, sondern wird ganz zur Kapsel, welche keine Elateren enthält, und deren Wand vor der Sporenreife zu Grunde geht.

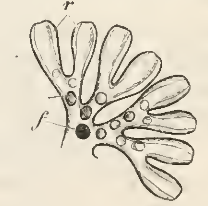


Fig. 126. Stück einer Pflanze von Riccia glauca (nat. Gr.). *r* die dickeren Ränder, *f* die hervorbrechenden Sporogonien.

Riccia glauca, crystallina u. a. auf Ackerboden, R. fluitans, *Ricciocarpus* natans mit breitem lappigem Thallus auf dem Wasser schwimmend.

Fam. 2. Marchantieae. Mindestens die Archegonien zu bestimmten Gruppen vereinigt, meist auf besonderen, umgebildeten Thalluszweigen; Sporogonien mit Fuß, Kapsel mit Elateren und bis zur Reife bleibender Wandung.

Marchantia polymorpha sehr gemein an Wegen, Mauern, in Torfgräben; die Antheridien auf der Oberseite schirmartiger Zweige (Fig. 127 *A*), die Archegonien auf der Unterseite ähnlicher strahliger Schirme (Fig. 127 *C*); diöcisch. Außerdem trägt

der Stamm auf der Oberseite becherartige Brutknospenbehälter (Fig. 127 *B*) — Ähnlich *Lunularia*, welche auf Erde der Gewächshäuser häufig, aber stets nur mit den

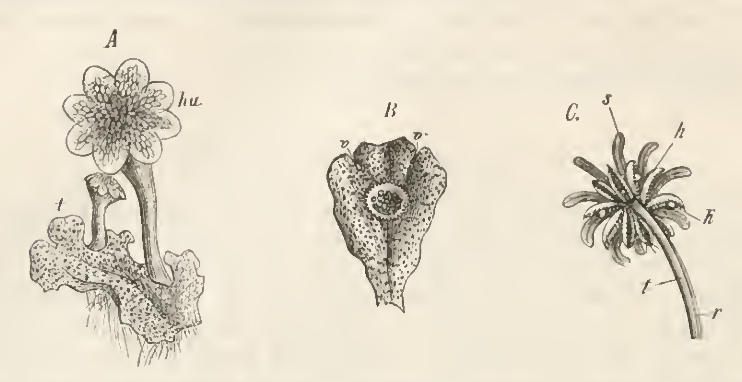


Fig. 127. *A* ein Stammstück von Marchantia polymorpha (*t*) mit aufrechtem männlichem (d. h. Antheridien tragendem) Hut (*hu*). *B* Stammstück mit Brutknospenbehälter, *vv* Scheitel der beiden Gabelsprosse (nach *Sachs*); *C* weiblicher Hut schräg von unten gesehen (2mal vergr.), *t* der Stiel mit Rinne *r*, *s* Strahlen, *h* die Hüllen, *k* die Kapseln.

halbmondförmigen Brutknospenbehältern vorkommt. — *Fegatella* conica mit konischem, *Reboulia* hemisphaerica, *Preissia* commutata mit halbkugeligem Hut, an Felsen, feuchten Mauern und Erde, besonders in Gebirgsgegenden.

Ordnung 2. Jungermanniaceae.

Die Pflanze ist ein blattloser flacher, dichotomisch verzweigter Thallus, oder ein beblätterter Stamm, dessen Blätter in Unterblätter (Amphigastrien) und Oberblätter unterschieden werden müssen. Erstere stehen auf der Bauchseite des Stammes in einer Reihe (Fig. 129 *u*), sind oft sehr klein und können selbst ganz fehlen; letztere stehen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Stammes. — Die Kapsel ist mit einem Stiel versehen, welcher meist sich erst kurz vor dem Aufspringen bedeutend streckt, springt von der Spitze zur Basis (Fig. 128 *b*) in vier Klappen auf und enthält stets Elateren.

a) Anakrogynae. Die Archegonien stehen nicht am Scheitel, sondern auf der Oberseite des Thallus oder Stammes; sie sind von einem Involucrum, d. h. einer vom Stamme oder Thallus gebildeten Hülle umgeben; meist frondos.

Metzgeria furcata mit schmalem, dichotomisch verzweigtem, einschichtigem Thallus, der von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen wird, wächst sehr häufig an Baumstämmen, fruktifizirt aber selten. — *Pellia* epiphylla mit mehrschichtigem breitem Thallus, nicht selten an Quellen, feuchten Felsen u. dgl. — *Aneura* pinguis und andere Arten an ähnlichen Orten. — *Blasia* pusilla mit thallusähnlichem Stamm, welcher kleine Unterblätter und zwei Reihen Seitenblätter trägt; letztere sind aber nicht quer, sondern der Länge nach am Stamm inserirt; sie findet sich auf feuchten Äckern, an Grabenrändern.

b) Akrogynae. Die Archegonien stehen am Scheitel des Stammes oder bestimmter Seitenzweige desselben und werden von einem Peri-

anthium, d. h. einer aus Blättern oder Blattheilen gebildeten Hülle umgeben. Der Stamm trägt häufig kleine Unterblätter, und stets zwei Reihen Oberblätter; diese sind entweder nur an der Spitze zweizähnig oder zweitheilig, bisweilen (Frullania, Radula) in zwei ganz verschiedene Lappen getheilt (Fig. 129 *ul*, *ol*); ein Mittelnerv ist höchstens durch Streckung einiger Zellen angedeutet, aber niemals mehrschichtig. Die Insertion der Oberblätter ist anfänglich quergestellt, wird aber durch ungleiches Wachsthum des Stammes so verschoben, daß sie entweder auf die Stammunterseite hinaufrückt (unterschlächtige Blätter, Folia succuba) (Fig. 128), oder auf der Stammoberseite (oberschlächtig, F. incuba) (Fig. 129).

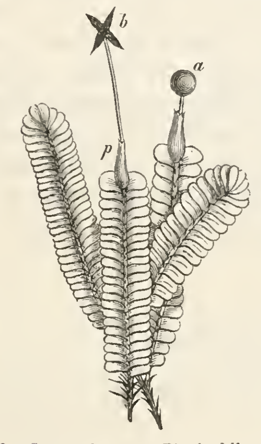


Fig. 128. Stämmchen von Plagiochila asplenioides; *a* eine reife, *b* eine aufgesprungene Kapsel; *p* das Perianthium.

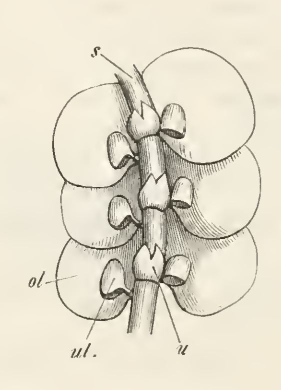


Fig. 129. Zweig von Frullania dilatata (20mal vergr.), von unten gesehen; *u* Unterblätter, *ul* unterer, *ol* oberer Lappen der Oberblätter, *s* Stamm.

Jungermannia bicuspidata und zahlreiche andere Arten sind sehr häufig auf feuchter Erde, an Baumstämmen. — *Plagiochila* asplenioides (Fig. 128) nicht selten in Gebirgswäldern. — *Radula* complanata; die dicht beblätterten Stämmchen kriechen auf Baumstämmen und Ästen, sehr gemein. — *Frullania* dilatata (Fig. 129) und Tamarisci mit zierlich verzweigten, bräunlichen oder purpurnen Stämmchen wachsen ebenfalls auf Baumrinden oder auf dem Boden an feuchten buschigen Orten.

Ordnung 3. Anthoceroteae.

Die Pflanze ist ein unregelmäßig verzweigter Thallus, dessen Rückenseite die Archegonien eingesenkt sind. Die Kapsel ist lang, schmal, schotenförmig, springt von der Spitze her in zwei Klappen auf und erzeugt gegen die Basis zu fortwährend neue Sporen. Fast stets ist eine Columella vorhanden, außerdem Elateren.

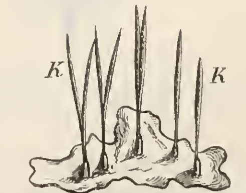


Fig. 130. Anthoceros laevis (nat. Gr.); *K* die Kapseln, theilweise noch ungeöffnet.

Anthoceros laevis (Fig. 130) und punctatus finden sich auf thonigem Acker- und Waldboden nicht häufig, aber gewöhnlich in großer Menge.

Klasse XI.

Musci, Laubmoose.

Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stengel; die Kapsel enthält niemals Elateren, fast stets eine Columella.

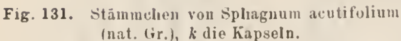
Die Moospflanze ist immer ein beblätterter Stamm mit lauter gleichwerthigen Blättern, welcher entweder mit seinen Ästen auf dem Boden, an Bäumen hinkriecht, oder dichte Rasen bildet. Dorsiventrale Ausbildung kommt nicht häufig vor. Die Blätter besitzen häufig einen mehrschichtigen Mittelnerven; die Wurzelhaare sind verzweigte Zellreihen, welche in Protonema übergehen und so zur Ausbreitung der Pflanzen beitragen können. Die Calyptra wird meistens lange vor der Sporenreife von der Kapsel zerrissen; Elateren kommen niemals vor; eine Columella ist mit Ausnahme von Archidium stets vorhanden; die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines schon vorher erkennbaren Deckels.

Die Klasse zerfällt in vier Ordnungen:

Ordnung 1. Sphagnaceae, Torfmoose.

Die kugelige Kapsel enthält eine halbkugelige Columella, welche vom




Fig. 131. Stämmchen von Sphagnum acutifolium (nat. Gr.), *k* die Kapseln.

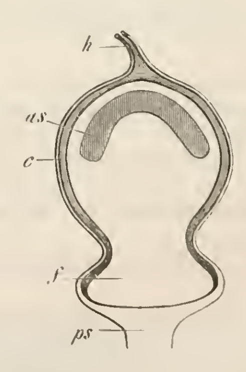


Fig. 132. Längsdurchschnitt durch eine halbreife Kapsel von Sphagnum (10mal vergr., schematisirt); *ps* Pseudopodium; *f* Fuß, *as* Archesporium, *c* Calyptra mit Archegoniumhals *h*.

Archesporium (Fig. 132 *as*) überdeckt wird, und öffnet sich durch Abwerfen der oberen Kappe der Wandung; die Calyptra bleibt an der Basis zurück.

Die einzige Gattung Sphagnum (Fig. 131) mit zahlreichen Arten be-

wohnt, ausgedehnte weiche Rasen bildend, feuchte Wälder und besonders Moore. Die dicht beblätterten Äste hüllen den Hauptstamm ein; sowohl die Blätter, als die Rinde des Stengels enthalten große wassererfüllte, mit offenen Löchern versehene Zellen, welche das Wasser kapillar bis in die obersten Spitzen hinaufziehen. Die unteren absterbenden Partien der rasch aufwärts wachsenden Stämme gehen in Verwesung über und bilden den Torf. Die sehr kurz gestielte Kapsel (Fig. 131 *k*; 132) wird von einer Verlängerung des archegonientragenden Stammes emporgehoben, welche äußerlich dem Kapselstiel der echten Laubmoose ähnlich sieht und Pseudopodium (Fig. 132 *ps*) genannt wird.

Ordnung 2. Andraeaceae.

Die Columella ist säulenförmig, oben frei; die Kapsel, auf einem Pseudopodium emporgehoben, öffnet sich in vier Klappen, die an der Spitze und Basis miteinander verbunden bleiben (Fig. 133 *B*, *k*). Die Calyptra wird mützenförmig in die Höhe gehoben.

Die Gattung *Andraea* (Fig. 133 *B*) mit mehreren Arten bewohnt die Felsen der Alpen und höheren Gebirge. Die gestreckten und verzweigten Stämmchen sind dicht beblättert.

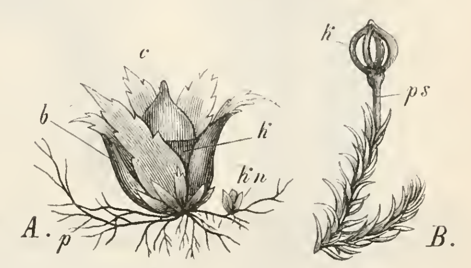


Fig. 133. *A* Pflanze von Ephemerum serratum (20); *p* Protonema, *kn* Knospe, *b* Blätter, *k* Kapsel, *c* Calyptra. *B* Andraea petrophila (6), *ps* Pseudopodium, *k* die aufgesprungene Kapsel.

Ordnung 3. Phaseaceae.

Die Kapsel öffnet sich gar nicht; die Columella hängt, wie bei den folgenden, oben und unten mit der Kapselwand zusammen, wird bei Archidium überhaupt nicht gebildet. Die Calyptra bleibt an der Basis des Sporogoniums sitzen.

Phascum cuspidatum, *Ephemerum* serratum (Fig. 133 *A*), *Archidium* phascoides sind kleine, einige Millimeter hohe Moose, die auf Äckern wachsen und im Frühjahre die Kapseln reifen.

Ordnung 4. Bryinae.

Die Columella hängt oben und unten mit der Kapselwand zusammen; sie wird unmittelbar umgeben vom Archesporium (Fig. 134 *s*); der innere chlorophyllreiche Theil der Wandung ist von zahlreichen großen lufterfüllten Hohlräumen (Fig. 134 *B*, *l*) durchsetzt. Die Kapsel öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels, der schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel. Bestimmte Zellschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände bleiben mit der Kapselwand in Zusammenhang und bilden das für die Gattungen charakteristische Peristom

(Mundbesatz). Dasselbe besteht bei Tetraphis aus vier derben Zähnen, für die das ganze innere Deckelgewebe verwendet wird; bei den meisten sind es 8, 16 oder 32, welche aus verdickten Zellenwänden bestehen, häufig in zwei Reihen hintereinander (Fig. 134 *C, ip, ap*; 135 *ip, ap*); oder es sind 16 bis 64 Zähne, welche aus hufeisenförmig gekrümmten Fasern zusammengesetzt sind. Nur bei wenigen Gattungen (z. B. Gymnostomum u. a.) fehlt das Peristom vollständig. Die Calyptra wird von der Kapsel mit emporgehoben und als Mütze getragen; dieselbe ist entweder mützenförmig, d. h. bedeckt die Kapsel auf allen Seiten in gleicher Weise (Fig. 136 *c*), oder kapuzenförmig, d. h. auf einer Seite aufgeschlitzt (Fig. 134 *A, c*).

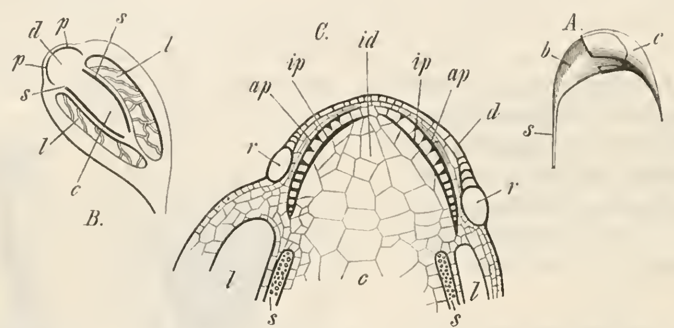


Fig. 134. *A* Sporogonium von Funaria hygrometrica; *s* Stiel, *b* Kapsel, *c* Calyptra (5mal vergr.). *B* Halbreife Kapsel desselben Mooses der Länge nach durchschnitten (10mal vergr.); *c* Columella, *s* Archesporium, *l* Luftraum, *d* Deckelgewebe, *p* Peristom. *C* oberster Theil der nämlichen Kapsel stärker (40mal) vergr.; *d* Deckel, *id* inneres Deckelgewebe, *ap* äußeres, *ip* inneres Peristom, *r* Ring.

Die fast stets einschichtigen Blätter werden bei vielen Arten von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen.

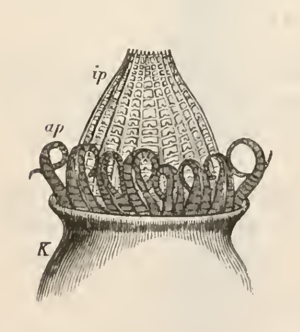


Fig. 135. Mündung der Kapsel von Fontinalis antipyretica (50), *ap* äußeres, *ip* inneres Peristom (nach *Sachs*).

Die einen Gattungen tragen die weiblichen Blüthen und somit später die Kapseln an der Spitze der Stengel, die anderen auf kurzen Seitenästchen; wenn dieses Verhältnis auch kein wichtiges systematisches Merkmal ist, so erhält man durch dessen Berücksichtigung doch eine Übersicht der zusammengehörigen Formen; man theilt so die Bryinen ein in:

a) Acrocarpeae. Archegonien am Ende der Stengel; die Kapseln erscheinen oft seitenständig, weil Seitenäste sich später entwickeln und das Ende des Hauptstengels zur Seite drängen; die wichtigsten Familien sind:

Fam. 1. Weisiaceae. Peristom 16 einschichtige Zähne oder fehlend; Blätter einschichtig, mehrzeilig. *Dicranum* scoparium, gemein in Wäldern.

Fam. 2. Leucobryaceae. Peristom wie vorige; Blätter mehrschichtig, im Bau an Sphagnum erinnernd. *Leucobryum* glaucum in polsterförmigen Rasen in Wäldern und Mooren.

Fam. 3. Fissidentaceae. Peristom wie vorige; Blätter zweizeilig mit rückenständiger Lamelle; pleurokarp. *Fissidens* in mehreren Arten.

Fam. 4. Trichostomeae. Peristomzähne 16—32, zweischichtig; Calyptra meist kapuzenförmig. *Barbula* muralis an Mauern, Felsen; die Rasen erscheinen durch die in ein Haar ausgehende Mittelrippe grau. — *Ceratodon* purpureus mit rothem Fruchtstiel, überall gemein, besonders auf Waldschlägen.

Fam. 5. Grimmiaceae. Peristom einfach, doppelt oder fehlend: Calyptra meist mützenförmig. *Grimmia* pulvinata, an Felsen und Mauern in graugrünen Rasen, die Fruchtstiele zurückgekrümmt. — *Orthotrichum* mit kurzgestielten Kapseln, an Bäumen und Felsen.

Fam. 6. Schistostegaceae. *Schistostega*; die unfruchtbaren Stämmchen tragen zweizeilige, der Länge nach inserirte Blätter; das Protonema zeigt eigenthümlichen Glanz, »Leuchtmoos«, in Felsenhöhlen.

Fam. 7. Funariaceae. Kapsel meist gekrümmt. *Funaria* hygrometrica stellenweise gemein, mit langem, beim Befeuchten und Vertrocknen sich schraubig windendem Fruchtstiel.

Fam. 8. Bryaceae. Kapsel meist übergeneigt. *Bryum*, *Webera* in mehreren Arten, an Wegen u. dgl., *Mnium* mit großen starkgenervten Blättern, in Wäldern.

Fam. 9. Georgiaceae. Peristom vier massive Zähne. — *Tetraphis* pellucida in Gebirgswäldern.

Fam. 10. Polytrichaceae. Peristom 16 bis 64 aus Fasern bestehende Zähne; Blätter oberseits mit Lamellen. — *Polytrichum*, mit lang behaarter Calyptra (Fig. 136), großen dunkelgrünen Blättern; die stattlichsten unter den einheimischen akrokarpischen Moosen.

Fam. 11. Buxbaumiaceae. Peristom doppelt; inneres eine gefaltete Haut. *Buxbaumia* aphylla mit großer schiefer Kapsel, kaum sichtbarem Stämmchen, selten.



Fig. 136. Zwei Stengel von Polytrichum formosum (natürl. Gr.). *k* die Kapsel, *s* der Kapselstiel, *c* Calyptra.

b) Pleurocarpeae. Die Archegonien (und später die Kapseln) stehen seitlich auf besonderen kurzen Ästchen.

Fam. 12. Fontinalaceae. Fontinalis antipyretica im Wasser fluthend.

Fam. 13. Thuidiaceae. Blätter glanzlos, warzig. *Thuidium* mit regelmäßig fiederförmig verzweigtem Stengel, sehr kleinen angedrückten Blättern.

Fam. 14. Neckeraceae. Blätter glänzend, nicht längsfaltig; Stengel oft verflacht beblättert. *Neckera* crispa mit querrunzeligen Blättern; *Leucodon* sciuroides gemein an Baumstämmen.

Fam. 15. Hypnaceae. Blätter glänzend, oft längsfaltig, Kapsel aufrecht oder übergeneigt. — *Brachythecium* mit kurzer dicker Kapsel, B. rutabulum gemein in Wäldern. — *Eurhynchium* praelongum ebenso, mit langgeschnäbeltem Deckel. — *Hypnum* cupressiforme an Baumstämmen sehr gemein; H. cuspidatum und giganteum in Sümpfen, Gräben. — *Hylocomium* triquetrum gewöhnlich zu Kränzen u. dgl. verwendet, H. splendens mit sehr regelmäßiger Verzweigung, beide sehr häufig in Wäldern.

Dritte Gruppe.

Die Pteridophyten (Gefäfskryptogamen).

Auch in dieser Gruppe findet ein Generationswechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation statt; das Verhältnis der Entwickelung aber, welche hier die beiden Generationen erreichen, ist gerade umgekehrt, wie bei den Muscineen. Hier ist die aus der Spore erwachsende, Sexualorgane erzeugende Pflanze klein, hinfällig, Prothallium genannt, welches nach Bildung der Sexualorgane und eingetretener Befruchtung zu Grunde geht; die aus der befruchteten Eizelle erwachsende Pflanze hingegen ist in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt geschlossene Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert gewöhnlich viele Jahre hindurch aus und erzeugt in gesetzmäßiger Wiederholung die Sporen, und kann sich selbst auf vegetativem Wege vervielfältigen. Durch

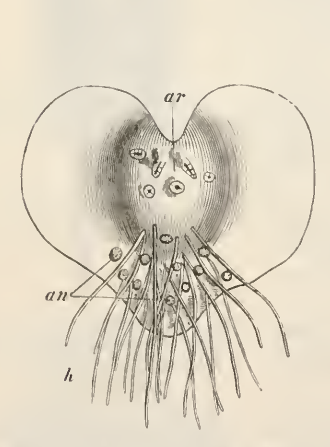


Fig. 137. Prothallium eines Farnkrauts von der Unterseite (10mal vergr.). *ar* Archegonien, *an* Antheridien, *h* Wurzelhaare.

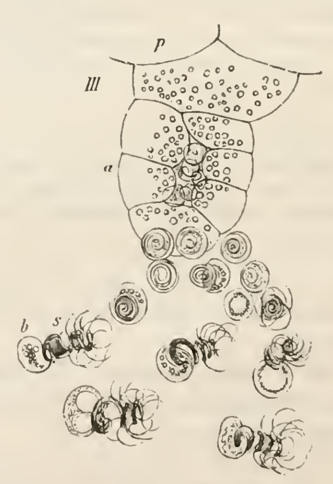


Fig. 138. Antheridium von Adiantum Capillus Veneris (550); die Spermatozoiden (*s*) treten eben aus; *b* Blase, welche dem Spermatozoid anfänglich anhängt (nach *Sachs*).

diese morphologischen und anatomischen Merkmale treten diese Pflanzen bereits in das Gebiet der Gefäßpflanzen ein; einzelne Ordnungen nehmen die höchste Stelle unter den Kryptogamen in der Weise ein, daß sie, mit der Gruppe der Gymnospermen verglichen, bereits den Übergang zu den Phanerogamen darstellen.

Das Prothallium (Fig. 137) ist bei den meisten Ordnungen ein Thallus, welcher aus der Spore hervorwächst, dieselbe an Größe um das Vielfache übertrifft und außer Wurzelhaaren an bestimmten Stellen die Antheridien (Fig. 137 *an*) und Archegonien (Fig. 137 *ar*) trägt.

Die Antheridien (Fig. 138) ragen hier entweder als halbkugelige

oder etwas zylindrische Gewebekörper über die Prothalliumoberfläche vor oder sind in dessen Gewebe eingesenkt. Sie bestehen aus einer einschichtigen Wandung und den Mutterzellen der Spermatozoiden, welch letztere schraubig gewundene, vorne gewöhnlich zahlreiche Cilien tragende Fäden sind (Fig. 138 *s*).

Die Archegonien (Fig. 139) sind im allgemeinen ähnlich gebaut, wie bei den Muscineen, bestehen nämlich aus einem Bauchtheil, welcher aber in das umgebende Gewebe eingesenkt und mit diesem verwachsen ist, und einem kurzen Hals, durch welchen zwei später verschleimende Kanalzellen hindurchgehen zur Eizelle.

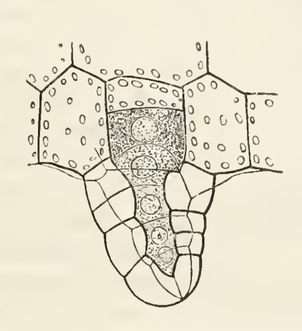


Fig. 139. Archegonium von Pteris serrulata, stark vergrößert, von außen gesehen (nach *Sachs*).

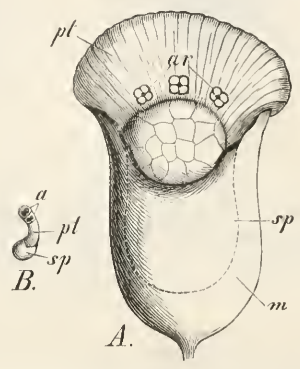


Fig. 140. Prothallien von Salvinia (60). *A* Makrospore (*sp*) im Makrosporangium (*m*) eingeschlossen, durch die punktirte Linie angedeutet; aus derselben erwächst das weibliche Prothallium *pt* mit drei Archegonien *ar*; *B* eine aus dem Mikrosporangium isolirte Mikrospore (*sp*) mit Prothallium *pt* und dem Antheridium *a*.

Einige Ordnungen jedoch, nämlich die Hydropteriden, Selaginelleen und Isoëteen, weichen im Bau des Prothalliums erheblich ab; sie bringen nämlich zweierlei Sporen hervor, größere, Makrosporen, und kleinere, Mikrosporen. Diese Ordnungen werden wegen dieser Verschiedenheit der Sporen als heterospor bezeichnet, im Gegensatz zu den isosporen, deren Sporen alle gleichartig sind.

Die Makrospore erzeugt ein weibliches Prothallium (Fig. 140), welches in der Spore selbst gebildet wird und nur wenig aus ihr hervorwächst; es trägt ein oder wenige Archegonien (Fig. 140 *A*, *ar*).

Die Mikrospore erzeugt nur andeutungsweise ein männliches Prothallium, indem sofort oder nach wenigen Zelltheilungen die Spermatozoiden aus ihr hervorgehen (Fig. 140 *B*).

Der aus der befruchteten Eizelle entstehende Embryo wird durch die ersten Theilungswände in vier Theile gegliedert: den Fuß, welcher die Befestigung am Prothallium vermittelt, die erste Wurzel, den Stamm und das erste Blatt; er wächst bei allen Ordnungen sofort ohne Unterbrechung zu einer starken Pflanze heran, welche später Sporen bildet.

Die Sporen entstehen in nicht sehr großer Anzahl in den Sporangien. Letzere stehen auf den Blättern oder in den Blattachseln, seltener ohne Blatt an den Zweigen, sind im Verhältnis zur ganzen Pflanze klein und entwickeln sich entweder aus einzelnen Zellen, oder aus Zellkomplexen, welche aus der äußersten Gewebeschicht hervorwachsen. Im ersteren Falle scheidet die betreffende Zelle, das Archesporium, zuerst nach außen die bleibende Wandung des Sporangiums ab (Fig. 141 *A*, *w*), sodann eine weitere sich wieder theilende Wandschicht (Fig. 141 *A*, *t*), welche später wieder aufgelöst wird, und erzeugt schließlich durch mehrmals wiederholte Zweitheilung (Fig. 141 *A*, *as*) die Sporenmutterzellen. Auch in den aus Zellkomplexen entstehenden Sporangien (Fig. 141 *B*) lassen sich die Sporenmutterzellen auf ein einzelliges Archesporium zurückführen.

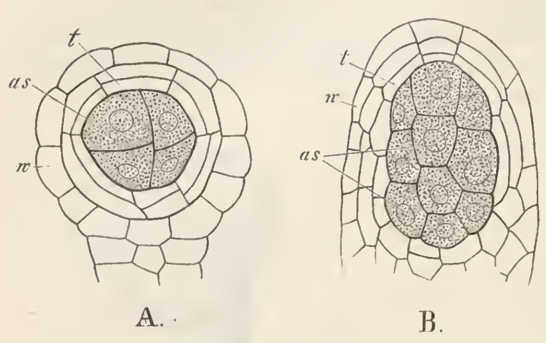


Fig. 141. Junge Sporangien *A* eines Farnkrauts (Mohria), *B* von Equisetum (150). *w* die Wandung, *t* die inneren, später aufgelösten Wandschichten, *as* die Zellen, aus welchen die Sporenmutterzellen hervorgehen.

Durch Viertheilung der sich isolirenden Sporenmutterzellen entstehen die Sporen, welche entweder tetraedrisch oder bohnenförmig gestaltet sind (s. oben S. 43, Fig. 40 *A* und *B*).

Wo zweierlei Sporen vorkommen, sind sie schon in verschiedene Sporangien vertheilt, Makrosporangien mit nur je einer oder vier Makrosporen und Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen.

Die Gruppe der Pteridophyten wird folgendermaßen eingetheilt:

Klasse XII. Filicinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm mächtig entwickelt und tragen die Sporangien (meist einzelligen Ursprungs) fast immer zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite; die fruchtbaren Blätter sind nicht auf bestimmte Regionen oder Zweige des Stammes beschränkt.

a) Isospore.

Ordnung 1. Filices, Farne.

b) Heterospore.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Klasse XIII. Equisetinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm klein, quirlig gestellt, und die der unfruchtbaren Quirle zu je einer Scheide verwachsen. Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen dichtgedrängten Quirlen,

eine Blüthe am Ende der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien auf ihrer Unterseite; die Sporangien entstehen als Zellkomplexe. Isospor.

Klasse XIV. Lycopodinae. Die Blätter sind meist klein und wenig entwickelt, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stammes bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer einzeln in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

a) Isospore.

Ordnung 1. Lycopodiaceae. Sporangien in der Achsel von Blättern.

Ordnung 2. Psilotaceae. Sporangien an blattlosen Zweigen.

b) Heterospore.

Ordnung 3. Selaginelleae. Der stark in die Länge wachsende Stamm trägt zahlreiche kleine Blätter; die Sporangien stehen in der Blattachsel, zuweilen etwas auf dem Stamm hinaufgerückt.

Ordnung 4. Isoëteae. Der kurze Stamm trägt lange unverzweigte Blätter; die Sporangien stehen auf der Blattoberseite.

Klasse XII.

Filicinae.

Die Sporangien stehen zumeist zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite der Blätter; die fruchtbaren Blätter bilden keine besondere Region des Stengels.

Ordnung 1. Filices, Farne.

Die Sporen sind alle gleich und erzeugen große selbständige Prothallien.

Das Prothallium ist fast stets oberirdisch, chlorophyllreich (Fig. 137 und 142) und entsteht aus der Spore anfänglich in Form eines Zellfadens, wird aber später meist zu einer breiten, am vorderen Ende herzförmig ausgeschnittenen Fläche, welche mit Ausnahme der die Archegonien tragenden Region einschichtig bleibt. Diese liegt an den herzförmigen Prothallien nahe dem vorderen Rande hinter dem Ausschnitte (Fig. 137 *ar*). Die Antheridien stehen theils

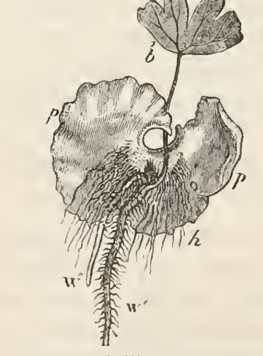


Fig. 142. Prothallium (*p*) von Adiantum Capillus Veneris, von unten gesehen; daran die aus einer befruchteten Eizelle erwachsene Pflanze mit Blatt (*b*) und Wurzeln (*w' w''*); *h* Wurzelhaare des Prothalliums (etwa dreimal vergr.) (nach *Sachs*).

am Rande, theils am hinteren Ende zwischen den Wurzelhaaren der Unterseite (Fig. 137 *an*) und ragen als halbkugelige Gewebekörper vor.

Der Stamm ist meist ein kräftiges unterirdisches wagerechtes oder schräges Rhizom; nur unter den Tropen finden sich baumartige Farne mit hohen aufrechten Stämmen. Die Blattstellung ist entweder multilateral, bilateral oder dorsiventral. In ersterem Falle stehen die Blätter meistens dicht gedrängt und bilden am Ende des Stammes eine allseitig ausgebreitete Krone, während die älteren Stammtheile von den abgestorbenen Blattresten dicht bedeckt sind, so bei den Baumfarnen, bei vielen einheimischen, wie Aspidium Filix mas. Die Verzweigung dieser Stämme ist relativ selten. In einigen Fällen sind jedoch durch Streckung der Internodien die allseitig entspringenden Blätter auseinander gerückt, so bei Phegopteris calcarea und Dryopteris, die Seitenzweige entspringen hier in den Blattachseln. Bilateral, d. h. zweizeilig beblättert sind z. B. die horizontal kriechenden Rhizome von Pteridium aquilinum, deren Blätter rechts und links stehen und auf dem Rücken ihrer Basis die Seitenzweige des Stammes tragen. Die dorsiventral beblätterten Stämme tragen in der Regel zwei einander genäherte Blattzeilen auf dem Rücken, die Seitenzweige in zwei seitlichen, diametral gegenüberliegenden Zeilen, die Wurzeln auf der Bauchseite, z. B. Polypodium vulgare. Die Blattspreite ist gewöhnlich reich verzweigt und im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne eingerollt. — Die Haare sind sehr häufig auffallend breit und groß und hüllen dann die jungen Blätter und Stammtheile oft vollständig ein; diese breiten Haare werden Spreuschuppen (paleae) genannt. — Die Wurzeln entspringen an den von den Blättern dicht besetzten Stämmen, z. B. Aspidium filix mas, gewöhnlich aus den Blattstielen; an den Stämmen der Baumfarne bilden sie eine dichte verfilzte Umhüllung, welche an Mächtigkeit den Durchmesser des Stammes selbst übertrifft.

Die Blattstiele sowie die Rippen und Nerven der Blätter werden von je einem oder mehreren Fibrovasalsträngen durchzogen, welche entweder kollateral oder konzentrisch gebaut sind; dieselben vereinigen sich im Stamm entweder zu einem axilen Strang oder meist zu einer netzförmig durchbrochenen Röhre. Im Stranggewebe finden sich außer parenchymatischen Elementen fast nur sehr lange Spiral- und Treppentracheiden, sowie Siebröhren. Das Grundgewebe ist oft sklerenchymatisch ausgebildet, insbesondere in den schon äußerlich schwarz oder braun aussehenden Partien.

Die Sporenbildung kommt ausschließlich den Blättern zu und zwar ohne daß dieselben dadurch eine weitgehende Metamorphose erführen. In sehr vielen Fällen sind die fruchttragenden Blätter von den unfruchtbaren im übrigen gar nicht verschieden; wo eine Verschiedenheit sich geltend macht, besteht sie fast nur darin, daß die fruchttragenden Blätter oder Blatttheile wenig oder gar kein Mesophyll entwickeln. Die fruchttragenden Blätter sind niemals zu einer besonderen abgegrenzten Region des Stengels vereinigt, geschweige denn auf besondere Zweige be-

schränkt, sondern der Stamm trägt anfangs in seiner Jugend nur unfruchtbare, später zwischen diesen periodisch auch fruchtbare Blätter.

Sori oder Fruchthaufen heißen die Gruppen von Sporangien, welche in gesetzmäßiger Beziehung zu den Blattnerven stehen. Ihre Gestalt und Anordnung ist für die Gattungen und auch höhere systematische Einheiten charakteristisch. Bei manchen Gattungen (z. B. allen Hymenophyllaceen (Fig. 143 *A*, Dicksonia, Davallia) nimmt der Sorus das Ende gewisser Nerven am Blattrande ein und besteht aus zwei Theilen, einem zentralen Träger der Sporangien, dem Receptaculum (Fig. 143 *A*, *r*) von

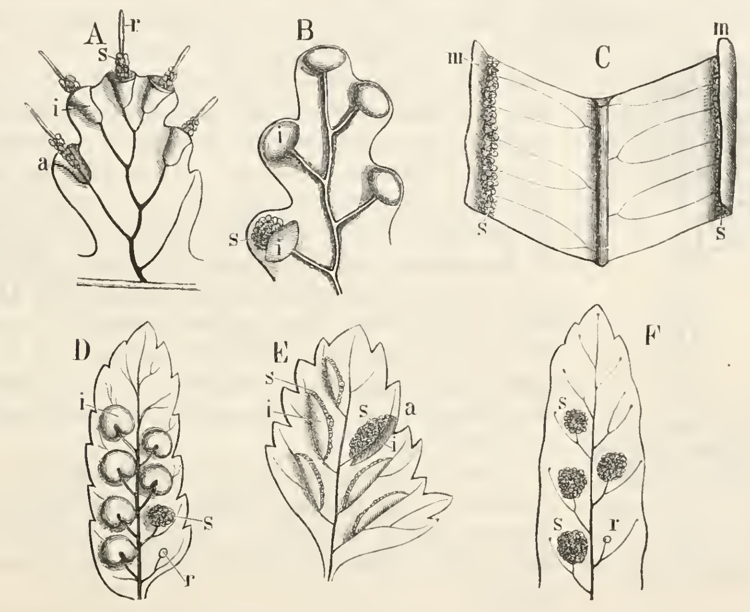


Fig. 143. Sori der wichtigsten Farngruppen, sämmtlich von der Unterseite. *A* Fiederchen von Ptilophyllum sinuosnm, einer Hymenophyllacee; *r* Receptaculum, *s* Sporangien, *i* Indusium; bei *a* ist die eine Hälfte des Indusiums hinweggenommen. *B* Fiederchen von Davallia; bei *s* ist das unterseitige Indusium (*i*) zurückgeschlagen; die oberseitige Hälfte ist zum Blattrand geworden. *C* Stück des Blattes von Pteris serrulata: *s* die Sporangien, *m* der umgeschlagene Blattrand. *D* Lacinie von Aspidium; bei *s* ist das Indnsium, bei *r* auch die Sporangien entfernt. *E* Lacinie eines Asplenium; bei *a* ist das Indusium zurückgeschlagen. *F* Fieder von Polypodium vulgare; bei *r* sind die Sporangien entfernt (sämmtlich etwa 3—6mal vergrößert).

verlängerter, fadenförmiger oder kurzer polsterförmiger Gestalt, und einer becherförmigen, bisweilen tief zweilippigen Hülle, dem Indusium (Fig. 143 *A*, *i*). Bei den meisten Farnen ist aber der Sorus vom Rande auf die Unterseite des Blattes hereingerückt; das Indusium erscheint hier nur noch als einseitige Bedeckung des sporangientragenden Receptaculums (Fig. 143 *B*, *D*, *E*); es wird hier als Schleierchen bezeichnet und besitzt eine nach den Gattungen verschiedene Gestalt. Die der Blattoberseite entsprechende Hälfte des ursprünglich becherförmigen Indusiums ist in der Blattfläche aufgegangen (s. den Übergang in Fig. 143 *B*). Bei manchen Gattungen ist das Indusium vollständig verloren gegangen; der Sorus heißt dann nackt

(Fig. 143 *F*). Viele Farne tragen längs des Blattrandes eine kontinuirliche Reihe von Sporangien, welche durch seitliche Verschmelzung der dichtgestellten Sori entstanden gedacht werden kann. Das unterseitige Indusium geht hier meist ganz verloren; der Blattrand bedeckt als sog. unechtes Indusium die Sporangien (Fig. 143 *C*). Endlich giebt es auch Farne, bei welchen die Sporangien, ohne Sori zu bilden, über die ganze Unterfläche des Blattes, Nerven sammt Mesophyll bedeckend, zerstreut sind. — Als Paraphysen werden Haarbildungen bezeichnet, welche das Receptaculum bisweilen zwischen den Sporangien trägt.

Das Sporangium ist eine gestielte (Fig. 144), seltener sitzende Kapsel mit einschichtiger Wandung. Die Sporen entstehen immer durch wiederholte Theilungen einer einzigen, das Zentrum des jungen Sporangiums einnehmenden Zelle. Nur bei wenigen Familien entwickelt sich das Sporangium als umfangreicher Zellkomplex, meistens aus einer einzigen Mutterzelle. Zu der Art des Aufspringens des Sporangiums stehen eigenthümlich ausgebildete, stärker verdickte Zellen der Wandung in Beziehung, welche einen vollständig geschlossenen oder unvollständig geschlossenen (Fig. 144 *r*) Ring, oder auch eine anders geformte Gruppe (Fig. 145 *r*) bilden, dann aber ebenfalls als Ring (annulus) bezeichnet werden. Die Ausbildung des Ringes ist für die Charakteristik der Familien von Wichtigkeit.

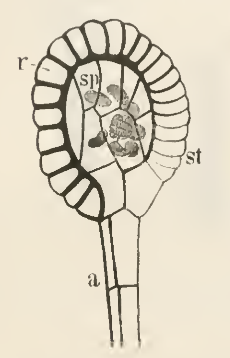


Fig. 144. Sporangium einer Polypodiacee (300). *a* der Stiel, *r* der Ring, welcher bei *st*, dem Stomium, aufhört; an letzterer Stelle erfolgt das Aufspringen der Sporangienwandung. Von den eingeschlossenen Sporen *sp* sind der Deutlichkeit halber nur wenige gezeichnet.

Die Ordnung der Farne umfaßt folgende acht Familien, von welchen einige ausschließlich den Tropenregionen angehören, wo auch die übrigen bei uns vertretenen ihre reichste Entwickelung finden:

Fam. 1. Hymenophyllaceae. Enthält die einfachst gebauten Formen; das Mesophyll ist fast stets einschichtig, der Sorus immer randständig (Fig. 143 *A*), der Ring der sitzenden oder kurzgestielten Sporangien vollständig. Das Prothallium läßt eine an das Protonema der Moose erinnernde Gliederung erkennen.

Fast sämmtliche Arten kommen in den Tropen vor; nur *Trichomanes* speciosum und *Hymenophyllum* tunbridgense finden sich auch in Europa (England, Frankreich).

Fam. 2. Polypodiaceae. Der Ring des gestielten Sporangiums (Fig. 144) ist unvollständig, d. h. an der Basis nicht geschlossen. Zu dieser außerordentlich artenreichen Familie gehören fast sämmtliche bei uns einheimischen Farnkräuter.

Nach der Stellung des Sorus kann man folgende Unterfamilien unterscheiden:

a) Davalliaceae. Sorus randständig, mit becherförmigem Indusium, oder nur wenig hereingerückt. (Fig. 143 *B*.)

b) Pterideae. Sori nahe dem Rande der Länge nach verschmolzen (Fig. 143 *C*), oder sich theilweise berührend. *Pteridium* aquilinum, Adlerfarn; der Stamm kriecht tief in der Erde und treibt jährlich nur ein großes vielfach zertheiltes Blatt, auf dessen Stielquerschnitt die Fibrovasalstränge eine charakteristische, ungefähr einem Doppeladler gleichende Figur bilden; *Pteris* serrulata und P. cretica, häufig kultivirt, ebenso *Adiantum* Capillus Veneris, Frauenhaar, u. a.

c) Aspidieae. Sorus unterseits, rundlich, von einem schildförmigen oder nierenförmigen Indusium bedeckt (Fig. 143 *D*), zuweilen nackt. *Aspidium* Filix mas, Wurmfarn, mit reicher Blattkrone, und andere ähnliche Arten nicht selten in Wäldern. — Bei *Phegopteris* (Ph. calcarea, Dryopteris häufig) fehlt das Indusium vollständig; diese Gattung unterscheidet sich von den Polypodieen dadurch, daß von den abgestorbenen Blattstielen ein kurzes unregelmäßig abgetrenntes Stück am Stamme stehen bleibt; das Rhizom unserer Arten hat gestreckte Internodien.

d) Asplenieae. Der Sorus steht unterseits, ist länglich oder linienförmig, das Indusium der Länge nach am Nerven entspringend (Fig. 143 *E*). *Asplenium* Ruta muraria, sehr gemein an Mauern, Felsen, A. Trichomanes, ebenfalls häufig mit einfach gefiedertem Blatt und glänzend schwarzer Spindel. — *Athyrium* Filix femina, häufig in Wäldern. — *Scolopendrium* vulgare, Hirschzunge, mit ungetheilten Blättern, in Gebirgswäldern.

e) Polypodieae. Der Sorus unterseits, nackt (Fig. 143 *F*). Die abgestorbenen Blätter trennen sich vom Rhizom vollständig mit Hinterlassung einer rundlichen Narbe; die Blätter stehen meist zweizeilig auf dem Rücken des kriechenden Rhizoms. *Polypodium* vulgare, Engelsüß, mit einfach fiedertheiligen Blättern, an Baumstrünken und Felsen nicht selten.

f) Acrosticheae. Die Sporangien bedecken die ganze Unterseite.

Offizinell: Rhizoma Filicis von Aspidium Filix mas.

Fam. 3. Cyatheaceae. Von voriger nur durch den an der Basis geschlossenen Ring des Sporangiums verschieden.

Hierher gehören die Baumfarne; *Cibotium*, *Dicksonia* mit randständigem Sorus und becherförmigem Indusium, *Cyathea* und *Alsophila* mit unterseitigem Sorus.

Fam. 4. Gleicheniaceae und

Fam. 5. Schizaeaceae fast nur in den Tropen.

Bemerkenswerth ist *Lygodium*, dessen gefiederte Blätter eine außerordentliche Länge erreichen und mit ihrer Mittelrippe sich um Stützen winden.

Fam. 6. Marattiaceae. Die Sporangien je eines Sorus sind unter sich verwachsen und erscheinen als die Fächer eines sog. Synangiums; sie entwickeln sich als Zellkomplexe. Die Blätter meist von riesigen Dimensionen, tragen an der Basis mächtige Stipulae.

Marattia, *Kaulfussia*, *Angiopteris*, *Danaea* kommen in den Tropen vor.

Fam. 7. Osmundaceae. Die kurzgestielten Sporangien (Fig. 145 *B*) besitzen statt des Ringes eine eigenthümliche Zellgruppe (Fig. 145 *B*, *r*) unter dem Scheitel und springen an der dieser gegenüberliegenden Seite mit einer Längsspalte auf.

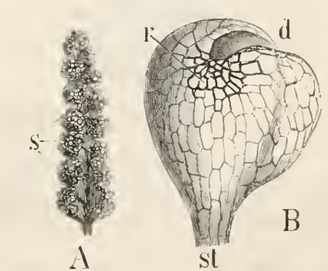


Fig. 145. Osmunda regalis. *A* fertiles Fiederchen mit den randständigen Sporangiengruppen *s*; an der Basis ist noch etwas Mesophyll entwickelt (natürl. Gr.). *B* ein einzelnes Sporangium (200), *st* der kurze Stiel, *r* der Ring, *d* die Längsspalte.

Osmunda regalis kommt, wiewohl selten, auch in Deutschland vor. Nur die obersten Fiedern des Blattes sind fruchtbar und entwickeln kein oder nur wenig Mesophyll. Die Sporangien sitzen ohne Indusium in Gruppen am Rande der fertilen Fiederchen.

Fam. 8. Ophioglosseae. Diese Familie entfernt sich am meisten von den übrigen Farnen, schließt sich aber in mehrfacher Beziehung an die vorigen Familien an. Das Prothallium ist nicht flächenartig, chlorophyllreich, sondern ein unterirdischer Gewebekörper. Der Stamm der sporenbildenden Pflanze bleibt stets kurz und bei den einheimischen Arten unterirdisch; er trägt immer nur ein oder wenige gleichzeitig entwickelte oberirdische Blätter. Die in den nächsten Jahren zur Entfaltung gelangenden Blätter findet man von der scheidigen Basis des ausgewachsenen Blattes oder einer besonderen Hülle umschlossen am Stammende. Die fruchtbaren Blätter unterscheiden sich von den unfruchtbaren dadurch, daß aus der Oberseite des Blattstiels eine Auszweigung entspringt, welche entweder sofort (Ophioglossum) oder erst an weiteren Seitenzweigen (Botrychium, Fig. 146 *f*) die großen randständigen Sporangien trägt. Letztere entwickeln sich als Zellkomplexe, bei Ophioglossum eingesenkt ins Blattgewebe, und besitzen keinen Ring.



Fig. 146. Botrychium Lunaria (nat. Gr.), *st* Stamm, *w* Wurzeln; *bs* Blattstiel; *b* steriler, *f* fruchtbarer Zweig des Blattes (nach *Sachs*).

Ophioglossum vulgatum mit ungetheilter zungenförmiger Blattspreite und linealischer ungetheilter fruchtbarer Auszweigung, kommt in Deutschland ziemlich selten vor. — Etwas häufiger ist, besonders in Gebirgen, *Botrychium* Lunaria (Fig. 146) mit gefiederter Blattspreite und rispenartiger fruchtbarer Auszweigung.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporangien enthalten je eine Makrospore, die Mikrosporangien zahlreiche Mikrosporen; die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore hervor.

Fam. 1. Salviniaceae. Das männliche Prothallium ist ein aus der Mikrospore hervorwachsender Schlauch, an dessen vorderem Ende in zwei Zellen, dem rudimentären Antheridium, die Spermatozoiden gebildet werden. Das weibliche Prothallium tritt nur wenig aus der Spore hervor (Fig. 140).

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und trägt auf der oberen Seite vier Reihen grüne, flach ausgebreitete Luftblätter (Fig. 147 *l*), auf der unteren zwei Reihen fein zertheilter Wasserblätter (Fig. 147 *w*), welche derart zu Quirlen angeordnet sind, daß immer ein Wasserblatt und zwei Luftblätter einen Quirl bilden. Wurzeln fehlen vollständig. Die Sori stehen an den Wasserblättern (Fig. 147 *s*); jeder einzelne Sorus wird von einem dicken Indusium vollständig umschlossen und hat einen Durchmesser von etwa 5 mm; auf dem säulenartigen Receptaculum stehen im Innern dieser sog. Frucht die Sporangien;

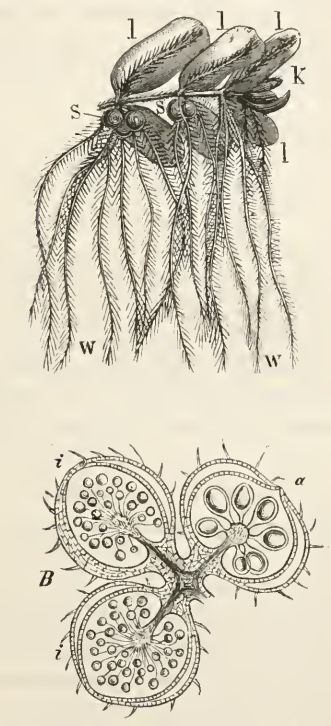


Fig. 147. Stammende von Salvinia natans, schräg von unten gesehen (natürl. Gr.). *l l l* Luftblätter, *w w* Wasserblätter mit den Sori *s s*; *k* Terminalknospe des Stammes. *B* Längsschnitt durch drei fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes (10); *i i* zwei Früchte mit Mikrosporangien, *a* eine mit Makrosporangien (nach *Sachs*).



Fig. 148. Marsilia salvatrix (1/2 der natürl. Größe), *k* Stammende, *b* Blätter, *f* die Früchte, bei *x* ans den Blattstielen entspringend (nach *Sachs*).

in den einen Sori zahlreiche, langgestielte Mikrosporangien (Fig. 147 *B*, *i*, *i*), in den anderen weniger zahlreiche, kurzgestielte Makrosporangien (Fig. 147 *B*, *a*).

Salvinia natans kommt stellenweise häufig in Deutschland vor. — *Azolla* in Nordamerika und Ostindien, vom Ansehen einer Jungermanniaeee.

Fam. 2. Marsiliaceae mit zwei Gattungen: Marsilia und Pilularia. Beiderlei Prothallien erfahren noch geringere Entwickelung als bei Salvinia.

Der dorsiventrale Stamm von Marsilia (Fig. 148) kriecht auf dem

Grunde des Wassers und trägt oberseits zwei Reihen langgestielter Blätter mit viertheiliger Spreite. Die Unterseite des Stammes bildet nur Wurzeln. Die fruchtbaren Blätter sind über ihrer Basis verzweigt: der eine Zweig gleicht den sterilen Blättern völlig, der andere aber stellt eine bohnenähnliche Frucht vor (Fig. 148 *f*), in deren Innerem mehrere Sori von dünnen Indusien umschlossen enthalten sind. Diese Frucht besteht ähnlich wie die der Phanerogamen aus einem zusammengeschlagenen Blatt: die Sporangien entstehen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Innenfläche der Fruchtwand. In jedem Sorus stehen sowohl Makro- als Mikrosporangien.

Marsilia quadrifolia kommt hier und da bei uns vor, zahlreiche andere, sehr ähnliche Arten in wärmeren Klimaten.

Pilularia globulifera, mit schmalen spreitenlosen Blättern, hat im Übrigen viel Ähnlichkeit mit Marsilia.

Klasse XIII.

Equisetinae.

Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen Quirlen, eine ährenförmige Blüthe am Gipfel der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien, welche als Zellkomplexe entstehen, auf ihrer Unterseite. Die Sporen sind alle gleich.

Die Klasse enthält nur eine Gattung, Equisetum, Schachtelhalm.

Das Prothallium ist reich verzweigt, kraus und trägt die Antheridien und Archegonien an den Enden der Lappen.

Die sporenbildende Pflanze besteht aus unterirdischen farblosen Sprossen, welche jährlich grüne Sprosse, die meist von nur einjähriger Lebensdauer sind, über die Erde hervortreiben. Statt der Blätter stehen an den Knoten zwischen den langen Internodien vielzähnige, ringsum geschlossene Scheiden (Fig. 149 *A*, *v*). Die Oberfläche der oberirdischen Internodien ist gewöhnlich nicht glatt, sondern mit regelmäßig abwechselnden, längs verlaufenden Erhabenheiten (Riefen) und Vertiefungen (Rillen) ausgestattet (Fig. 149 *B*); jede Riefe entspricht einem Zahn der nächstoberen Scheide. Diese äußere Beschaffenheit des Stengels steht im engsten Zusammenhange mit dem anatomischen Bau. Die Fibrovasalstränge von kollateralem Bau sind in einen Kreis geordnet (Fig. 149 *B*, *s*); jeder Strang besitzt eine durch Zerreißen der Ringgefäße entstandene Höhlung (*k*); da die Fibrovasalstränge auf denselben Radien wie die Riefen der Oberfläche liegen, hat man diese Höhlungen als Kantenlücken bezeichnet. Das Rindengewebe besitzt ebenfalls große Hohlräume, die vor den Rillen liegen (Fig. 149 *B*, *f*), daher Furchenlücken genannt; auch das Mark wird durch einen großen Luftraum, die Centralhöhle (Fig. 149 *B*, *c*) ersetzt. Die Äste entspringen an der Basis der Scheide zwischen den Zähnen und sind dem Hauptsproß

gleich gebaut. — Die Zellwände der Epidermis sind stark mit Kieselsäure inkrustirt.

Die fruchtbaren Sprosse endigen mit einer sogenannten Ähre (Fig. 149 *A*, *a*) der zu sporangientragenden Schildern umgewandelten Blätter. Solche begrenzte Sprosse, deren Blätter die Sporangien tragen, bezeichnen wir allgemein als **Blüthen**; gewöhnlich haben die Blattgebilde der Blüthe auch eine andere Gestalt und Ausbildung als die Laubblätter der gleichen Pflanze. Die letzte Blattscheide unter dieser Blüthe ist verkürzt und heißt **Ring** (**Annulus**) (Fig. 149 *A*, *w*). Die Schilder stehen in zahlreichen Quirlen, sind gestielt und tragen nach innen gekehrt die Sporangien in Form von Säcken, die sich durch Risse nach innen öffnen (Fig. 149 *C*, *sp*). Die Sporen bilden eine doppelte Membran; die äußere, welche mit der inneren nur an einem Punkte zusammenhängt, wird durch schraubenlinig verlaufende Risse in zwei Schraubenbänder aufgeschlitzt, welche sich beim Austrocknen kreuzförmig auseinander schlagen, beim Befeuchten wieder zusammenrollen.

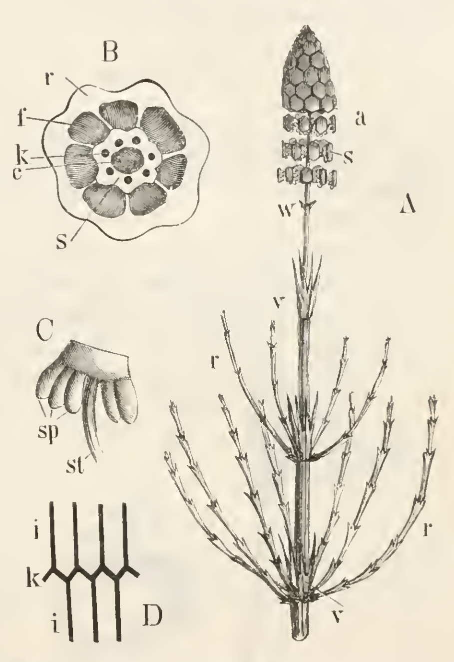


Fig. 149. *A* Oberer Theil eines fruchttragenden Stengels von Equisetum palustre. *v* Blattscheiden, unter ihnen entspringen die Äste *r*; *w* oberste sterile Blattscheide. *a* die Blüthe, *s* die schildförmigen fruchtbaren Blätter. *B* Querschnitt eines Stengels derselben Pflanze (6mal vergr.). *c* Centralhöhle; *s* die in einen Kreis gestellten Fibrovasalstränge; jeder davon mit einer Höhlung *k*; *f* die unter den Rillen liegenden Höhlungen; *r* die Riefen. *C* Sporangientragender Schild (10mal vergr.), *st* der Stiel, *sp* Sporangien. *D* Schema des Strangverlaufs an der Grenze zweier Internodien *i i*; *k* der Knoten.

Die verschiedenen Arten von *Equisetum* bewohnen sämmtlich feuchte Standorte, Sümpfe, feuchte Äcker und Wälder. Während einige tropische Arten eine enorme Höhe (mit verhältnismäßig geringer Dicke) erreichen und die vorweltlichen Formen riesige Dimensionen besaßen, erreichen unsere einheimischen höchstens die Höhe von einigen Fußen bei einer Dicke von etwa ½ Zoll. Bei E. arvense und E. maximum sind die fruchtbaren Sprosse, welche im Frühjahre vor den grünen sterilen erscheinen, chlorophyllfrei und unverzweigt; E. palustre (Fig. 149), limosum, hiemale u. s. w. tragen die Blüthen auf dem Gipfel der gewöhnlichen grünen, verzweigten oder unverzweigten Sprosse; bei E. silvaticum endlich erzeugen die fruchtbaren Sprosse, welche bis zur Sporenreife den chlorophyllfreien von arvense ganz ähnlich sind, nachher grüne Seitenzweige, wodurch sie den sterilen fast gleich werden.

Klasse XIV.

Lycopodinae.

Die Blätter sind meist klein, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stengels bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

Ordnung 1. Lycopodieae.

Die Sporen sind alle gleichartig, die Prothallien groß, selbständig. Die Sporangien sind Auswüchse der Blattbasis und stehen in der Blattachsel. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche, verhältnismäßig kurze Blätter.

Das Prothallium von Lycopodium ist ein umfangreicher unterirdischer Gewebekörper, welcher Archegonien und eingesenkt die Antheridien trägt.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze wächst stark in die Länge, kriecht meist am Boden hin und verzweigt sich anscheinend dichotomisch in verschiedenen Ebenen. Die Internodien sind kurz, die einnervigen Blätter stehen dicht gedrängt in zerstreut spiraliger oder decussirter Anordnung; in letzterem Fall sind die Stengel häufig plattgedrückt und dadurch die Blätter der breiten Seiten von etwas anderer Gestalt, als die an den Kanten stehenden. Die Wurzeln sind dichotomisch verzweigt. Der Fibrovasalstrang des Stammes ist radiär gebaut.

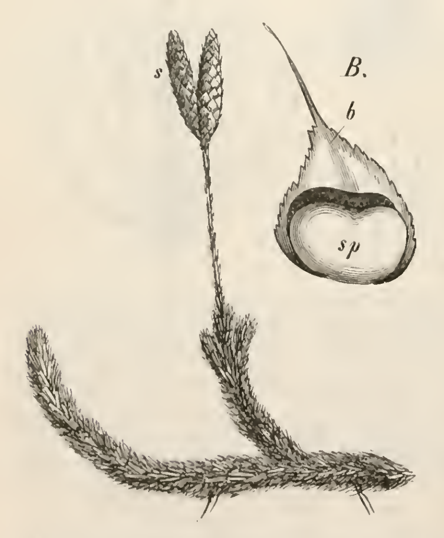


Fig. 150. Stück von Lycopodium clavatum, etwas verkleinert, *s* die Blüthen. *B* ein abgelöstes Blatt (*b*) der Blüthe mit einem aufgesprungenen Sporangium (*sp*) in der Achsel (10).

Die Sporangien entstehen im Gewebe der fruchtbaren Blätter und wölben sich nach außen. Die fruchtbaren Blätter sind bei einigen Arten (z. B. L. Selago) den sterilen ganz gleichgestaltet, bei den anderen davon verschieden, nicht grün und bilden dann auch Blüthen, welche bei L. clavatum auf besonderen kurzbeblätterten Stielen stehen (Fig. 150 *s*).

Lycopodium clavatum und anotinum sind die in unseren Wäldern häufigsten Arten.

Offizinell: Lycopodium, d. h. die Sporen von Lycopodium clavatum.

Ordnung 2. Psilotaceae.

Die Blüthen stehen seitlich und bestehen nur aus wenigen Sporangien ohne Blätter. — *Tmesipteris* und *Psilotum* in den Tropen und Neu-Holland.

Ordnung 3. Selaginelleae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen sind zu je vieren in einem Makrosporangium, die Mikrosporen zahlreich im Mikrosporangium enthalten; beiderlei Sporangien stehen in der Blattachsel. Die Prothallien sind klein und ragen aus der Spore nur wenig vor. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche kurze Blätter.

Die Gattung Selaginella hat äußerlich einige Ähnlichkeit mit den Lycopodien; der Stengel verzweigt sich anscheinend dichotomisch immer in einer Ebene und bildet öfters komplizirte Verzweigungssysteme; er kriecht bei einigen Arten am Boden hin, bei anderen ist er aufrecht, selbst strauchartig. Die Internodien sind kurz und tragen einnervige kurze, oft rundliche Blätter, welche meist in vier Reihen stehen und auf den beiden Seiten des Stammes verschiedene Form haben, derart, daß von den decussirten Blattpaaren jedes aus einem größeren Unterblatt (Fig. 151 *u*) und einem kleineren Oberblatt (*o*) besteht. An der Basis des Blattes steht eine kleine häutige Ligula. Die Wurzeln verzweigen sich dichotomisch in sich kreuzenden Ebenen.



Fig. 151. Selaginella helvetica (natürl. Gr.). *s* der aufrechte fruchttragende Sproß, Blüthe, mit den Sporangien in den Blattachseln. An den niederliegenden sterilen Sprossen sind die Blätter der Unterseite (*u*) größer, die der Oberseite (*o*) kleiner.

Die Sporangien stehen einzeln in der Achsel der fruchtbaren Blätter, welche meist in der Form etwas von den sterilen verschieden und zu einer Blüthe zusammengestellt sind; gewöhnlich nehmen sowohl die Mikrosporangien, als die Makrosporangien je eine zusammenhängende Region der Blüthe ein; da jedes Blatt in seiner Achsel nur ein einziges Sporangium trägt, welches entweder ein (weibliches) Makrosporangium oder ein (männliches) Mikrosporangium ist, so kann man also hier weibliche und männliche Blätter unterscheiden. Sehr häufig stehen die männlichen Blätter weiter oben in der Blüthe, als die weiblichen. Die Makrosporangien enthalten je vier Makrosporen, indem von den zahlreichen Mutterzellen nur eine sich theilt in vier Tochterzellen, welche zu den Makrosporen heranwachsen.

In der Makrospore bildet sich schon während der Reife unter dem Scheitel das Prothallium, welches später nach der Aussaat aus dem an den drei Kanten aufreißenden Scheitel hervorragt und hier ein oder mehrere Archegonien trägt.

In der Mikrospore wird das Prothallium angedeutet, indem eine sich weiter nicht verändernde Zelle abgeschieden wird, während in der andern durch wiederholte Theilungen die Mutterzellen der Spermatozoiden gebildet werden.

Selaginella helvetica mit kriechendem bilateralem Stengel wächst in Gebirgsgegenden häufig an Mauern, auf der Erde. — S. Kraussiana wird häufig kultivirt. — S. spinulosa mit mehrreihig beblättertem Stengel kommt ebenfalls in Gebirgen vor und hat ganz das Aussehen eines kleinen Lycopodium.

Ordnung 4. Isoëteae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen finden sich zahlreich in den Makrosporangien. Beiderlei Sporangien stehen an der Oberseite der Blätter nahe an deren Basis. Die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore vor. Der Stamm bleibt kurz und trägt zahlreiche lange Blätter.

Die Gattung Isoëtes enthält Wasserpflanzen, welche am Grunde von Seen u. dgl. leben. Der Stamm ist kurz; an zwei oder drei Längslinien desselben bilden sich durch Vermehrung des Rindengewebes weit hervorstehende Flügel, zwischen welchen die Wurzeln hervorbrechen. Die zahlreichen Blätter haben eine entwickelte Scheide, von welcher die lange schmale Spreite durch eine Grube getrennt ist. Am Rande dieser Grube steht eine Ligula.

Die Sporangien sind in eine Vertiefung der Blattscheide eingesenkt; die Makrosporangien finden sich an den äußeren, die Mikrosporangien an den inneren Blättern. Beiderlei Sporangien werden von Zellfäden zwischen den Sporen durchzogen.

Die Entwickelung der Prothallien ist ähnlich wie bei Selaginella.

Isoëtes lacustris und andere Arten kommen in kalkarmen Seen auch in Deutschland vor.

Ordnung 5. Lepidodendreae.

Ausgestorbene Pflanzen, welche in der Steinkohlenperiode als mächtige Bäume vegetirten; aus den erhaltenen Überresten ergiebt sich, daß ihr vegetativer Bau mit den Lycopodien übereinstimmt, daß sie aber Makro- und Mikrosporen besaßen.

Vierte Gruppe.

Die Gymnospermen.

Wie bei den Pteridophyten ist auch hier die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert viele Jahre aus und erzeugt in

gesetzmäßiger Wiederholung Sporen. Allein die von diesen Sporen gebildeten Prothallien treten nicht als selbständige, getrennt lebende Pflanzen auf, sondern die Befruchtung vollzieht sich, in unten näher zu besprechender Weise, auf der sporenbildenden Pflanze selbst; erst der durch die Befruchtung entstandene Embryo wird, eingeschlossen im Samen, von der Mutterpflanze abgeworfen; der Generationswechsel ist in der Samenbildung versteckt. Dadurch gehören die Gymnospermen der höchstentwickelten Stufe des Pflanzenreichs, den Samenpflanzen, Phanerogamen, an, verknüpfen diese aber durch die noch deutlich vorhandenen Prothallien und Archegonien, sowie andere Merkmale mit den höchstentwickelten Kryptogamen, den heterosporen Pteridophyten.

Mit einer einzigen, unten zu erwähnenden Ausnahme haben alle Gymnospermen Blüthen, d. h. ihre sporangientragenden Blätter, von anderer Gestalt als die Laubblätter, sind nächst der Spitze eines begrenzten Sprosses zusammengestellt. Da die Sporangien hier gleich die Sexualorgane bilden, so kann man für die Gymnospermen sowie die Phanerogamen überhaupt die Blüthe definiren als einen begrenzten Sproß, dessen Blätter die Sexualorgane tragen. Die Sporangien sind stets von zweierlei Art, männliche Mikrosporangien und weibliche Makrosporangien; dieselben sind stets, nicht bloß wie bei Selaginella und Isoetes auf verschiedene Blätter, sondern auch auf verschiedene Blüthen vertheilt; wir unterscheiden daher hier nicht allein männliche und weibliche Blätter, sondern auch männliche und weibliche Blüthen. Häufig stehen dieselben auf dem gleichen Individuum, dasselbe ist sonach monöcisch; es giebt aber auch diöcische Gymnospermen, so die Cycadeen, unter den Coniferen Taxus, Juniperus u. a.

Die männlichen Blätter, Staubblätter genannt, tragen in verschiedener Anzahl und Anordnung die Mikrosporangien, hier Pollensäcke genannt (Fig. 152 *A*, *a*). In diesen Pollensäcken entstehen genau in derselben Weise wie bei den Pteridophyten die Mikrosporen, hier Pollenkörner, Blüthenstaub, genannt, und werden durch das Aufspringen der Pollensäcke entleert. Wie bei den Pteridophyten wird auch hier ein aus einer oder wenigen Zellen bestehendes rudimentäres Prothallium (Fig. 152 *B*, *y*) in den Mikrosporen angedeutet; in der Entwickelung des übrigen Theiles aber zeigt sich eine erhebliche Differenz. Während bei den Pteridophyten in einem Antheridium Spermatozoiden erzeugt werden, wächst hier die größte Zelle des Pollenkorns unter geeigneten Bedingungen zum Pollenschlauch aus, wobei das Exosporium aufgerissen, abgestreift oder durchbohrt wird. In diesem Pollenschlauch werden keine Spermatozoiden gebildet, sondern es treten bei der Befruchtung Bestandtheile des Inhalts durch die Membran des Schlauches hindurch zur Eizelle über.

Die weiblichen Blätter, Fruchtblätter genannt, tragen an ihrem Rande oder an ihrer freien Oberfläche ein oder mehrere Makrosporangien, hier Samenanlagen (auch Samenknospen oder Ovula) genannt. Abgesehen von dem hier bei den Gymnospermen meist wenig entwickelten Stiel unterscheidet man an der Samenanlage:

1) das Integument (Fig. 153 *i*), eine Hülle, welche, vom Grunde

oder vom Umfange der Samenanlage entspringend, vorne nicht ganz geschlossen ist, sondern einen Gang, die **Mikropyle** (Fig. 153 *m*), frei läßt.

2) Das **Kerngewebe** (**Nucellus**) (Fig. 153 *K*), den wesentlichen Theil der Samenanlage. In diesem Kerngewebe liegt ziemlich entfernt von der Mikropyle eine sehr große Zelle, die Makrospore, hier **Embryosack** genannt (Fig. 153 *E*). In diesem bildet sich das Prothallium, hier **Endosperm** genannt (Fig. 153 *e*), welches an seinem vorderen Ende zwei oder mehr Archegonien trägt. Das Archegonium besteht aus einer großen Central- oder Eizelle (Fig. 153 *c*) und einem Hals, der von einer oder wenigen Zellen gebildet wird (Fig. 153 *h*).

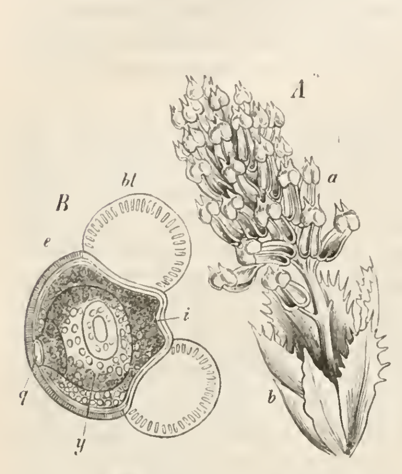


Fig. 152. *A* Männliche Blüthe von Abies pectinata: *b* Hochblätter, *a* die Staubblätter mit je zwei seitlichen Pollensäcken. *B* ein Pollenkorn, stark vergrößert; *e* Exosporium mit blasigen Auftreibungen *bl*; *i* Endosporium; *y* rudimentares Prothallium (nach *Sachs*).

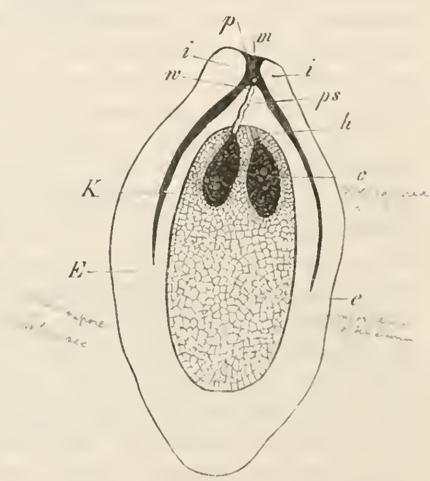


Fig. 153. Längsschnitt durch eine Samenanlage von Abies während der Befruchtung, schematisirt (15): *ii* Integument, *m* Mikropyle, *K* Kerngewebe. *E* Embryosack, *e* Endosperm, in dessen vorderem Theile zwei Archegonien, das rechts mit Centralzelle *c* und Halszelle *h*, das links eben vom Pollenschlauch *ps* befruchtet; *p* Pollenkorn auf der Kernwarze *w* liegend.

Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, daß die Pollenkörner, welche durch den Wind auf die Mikropyle gelangt sind und durch die hier ausgeschiedene Flüssigkeit auf das Kernende (Fig. 153 *w*) hinabgezogen wurden, von hier aus durch das Kerngewebe hindurch Pollenschläuche treiben. Der Pollenschlauch verdrängt die Halszelle und befruchtet die Eizelle.

Infolge der Befruchtung wird hier aber in der Regel nicht die ganze Eizelle zum Embryo, sondern in ihrem der Mikropyle entgegengesetzten Ende erfolgt freie Zellbildung und dadurch die Anlage eines oder mehrerer Embryonen. Obwohl nun in vielen Fällen aus einer Centralzelle mehrere Embryonen hervorgehen und außerdem mehrere Archegonien in jeder Samenanlage vorhanden sind, enthält der reife Same doch stets nur einen einzigen Embryo, da alle übrigen von einem verdrängt werden.

Die Anlage eines Embryo gliedert sich aber selbst wieder in eine basale Zellreihe, den Embryoträger, und den eigentlichen Embryo. Durch Streckung des Embryoträgers wird der Embryo in das Endosperm hineingeschoben. In heranreifenden Samen entwickelt sich der Embryo so weit, daß schon das Stämmchen mit den ersten Blättern und die erste Wurzel vorhanden sind. Die erste Wurzel (Fig. 154 *w*), Hauptwurzel oder Keimwurzel, auch Pfahlwurzel genannt, liegt gerade in der Verlängerung des meist kurzen Stämmchens, mit der Spitze dem Embryoträger angrenzend, somit der Mikropyle zugewendet. Das Stämmchen trägt am entgegengesetzten Ende ein Paar oder einen mehrzähligen Quirl von Blättern, welche von den folgenden Blättern der Pflanze etwas verschieden sind und Keimblätter, Cotyledonen, Samenlappen (Fig. 154 *III*, *c*) genannt werden. Bisweilen sind schon die folgenden Blätter an der Gipfelknospe, der Plumula, deutlich sichtbar. Der Theil des Stämmchens von den Cotyledonen abwärts heißt hypocotyles Glied (Fig. 154 *III*, *hc*); es geht allmählich in die Hauptwurzel über und wird mit dieser zusammen als Radicula, Würzelchen bezeichnet. Das auf die Cotyledonen folgende Internodium heißt epicotyles Glied.

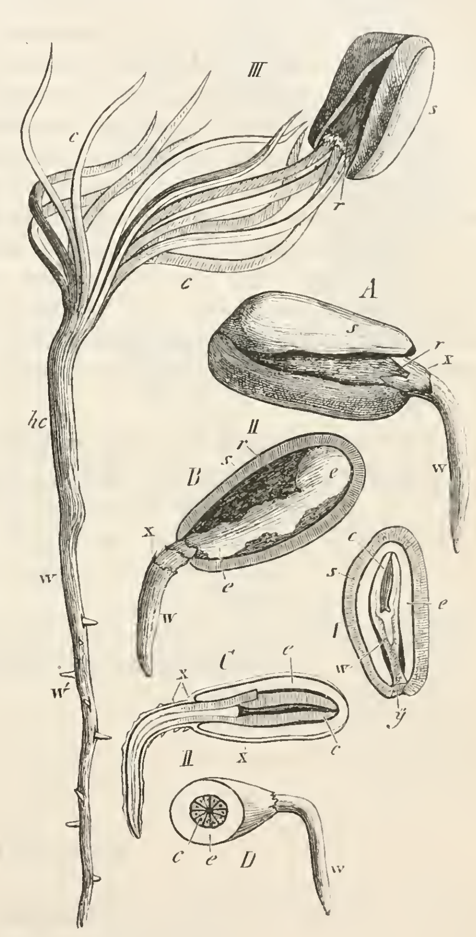


Fig. 154. Keimende Samen von Pinus Pinea; *I* der reife Samen, der Länge nach durchschnitten; *s* Samenschale, *e* Endosperm, *w* Keimwurzel, *c* Cotyledonen, *y* das Mikropylenende; *II* beginnende Keimung, *A* von außen, *x* der Embryosack, *B* nach Wegnahme der einen Schalenhälfte, *e* Endosperm; *C* im Längsschnitt ohne Samenschale. *D* im Querschnitt. *III* vollendete Keimung; die Cotyledonen *c* entfalten sich, das hypocotyle Glied *hc* ist gestreckt (nach *Sachs*).

Während der Embryo diese Ausbildung erreicht, wächst auch das Endosperm, so weit es nicht durch diesen verdrängt wird, noch kräftig fort und füllt sich mit Reservenahrungsstoffen; das Kerngewebe und das Integument verholzen und bilden die Samenschale; seltener werden die äußersten Schichten derselben saftig; die Samenanlage wird somit zum Samen.

Sonach besteht der reife Same aus folgenden drei Bestandtheilen:

1) dem durch die Befruchtung entstandenen Embryo, welcher bereits in Stamm, Blatt und Wurzel gegliedert ist (Fig. 154 *I*, *w* bis *c*);

2) dem Endosperm, d. h. dem Prothallium, welches zugleich als Reservestoffbehälter dient (Fig. 154 *I*, *e*);

3) der Samenschale, hervorgegangen aus den außerhalb des Embryosacks gelegenen Geweben des Nucellus und des Integuments (Fig. 154 *I*, *s*).

In einzelnen Fällen (Taxus) entwickelt sich nach der Befruchtung noch eine weitere, äußere Hülle des Samens, der Samenmantel (Arillus).

Während die Samenanlage zum Samen wird, erfahren in der Regel auch die Fruchtblätter eigenartige Veränderungen.

Bei der Keimung, welche gewöhnlich erst nach einer Zeit der Ruhe erfolgt, tritt zuerst die Spitze der Hauptwurzel durch die Mikropyle hervor; entweder bleiben nun die Cotyledonen im Samen eingeschlossen und dienen nur der Aufsaugung und Überführung der Reservestoffe des Endosperms; durch eine Krümmung ihrer Basis wird alsdann die Plumula aus dem Samen hervorgezogen; oder (bei fast allen Coniferen) die Cotyledonen entfalten sich, heben den Samen empor, saugen mit ihren Spitzen die Reservestoffe völlig auf und dienen alsdann als die ersten grünen Blattorgane der Keimpflanze.

Die Gruppe umfaßt drei in ihrem Habitus ziemlich verschiedene Klassen.

Klasse XV. Cycadeae. Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht; die Blätter sind groß und verzweigt.

Klasse XVI. Coniferae. Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter.

Klasse XVII. Gnetaceae. Von verschiedenem Wuchse, aber in der Blüthenbildung mit deutlicher Annäherung an die Angiospermen.

Klasse XV.

Cycadeae.

Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht, die Blätter sind groß und verzweigt.

Die Cycadeen sind Pflanzen, welche in vielen Dingen an die Farne erinnern, andererseits in ihrem Aussehen einige Ähnlichkeit mit den Palmen besitzen. Der Stamm ist knollig oder säulenförmig, dicht mit Blättern besetzt. Diese sind von zweierlei Gestalt, schuppenförmige trockene braune, welche die Stammoberfläche dicht bedecken, und grüne, meist einfach gefiederte von meist lederartiger Beschaffenheit, welche jährlich oder erst

nach mehreren Jahren wiederholt hervorgebracht werden und eine prächtige Krone am Ende des Stammes bilden.

Die Blüthen stehen terminal am Stammende, und zwar männliche und weibliche auf verschiedenen Individuen. Den einfachsten Fall zeigen die weiblichen Pflanzen der Gattung Cycas; dieselben tragen in derselben Weise, wie an einem Farnstamm zwischen sterilen Blättern zeitweise solche mit Sori auftreten, eine Rosette von Fruchtblättern, über welchen derselbe Stamm weiterwachsend wieder Laubblätter erzeugt. Die Fruchtblätter (Fig. 155 *A*) sind den Laubblättern ähnlich gestaltet, nur kleiner und tragen an Stelle der unteren Fiedern die Samenanlagen (Fig. 155 *A*, *s*). Bei allen anderen Cycadeen (ebenso auch die männlichen Blüthen von Cycas selbst) sind die Blüthen zapfenförmig, d. h. die begrenzte Achse ist mit kurzen schildförmigen Blättern dicht besetzt, welche in den weiblichen Blüthen je zwei Samenanlagen (Fig. 155, *B*, *s*), in den männlichen zahlreiche Pollensäcke (Fig. 155 *C*, *p*) tragen.

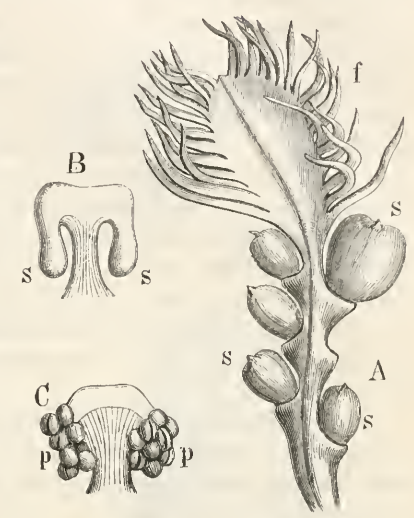


Fig. 155. Blüthentheile von Cycadeen. *A* Fruchtblatt von Cycas revoluta (1/4 nat. Gr.), *f* Seitenfiedern, *s* Samenanlagen. *B* Fruchtblatt von Zamia muricata mit zwei Samenanlagen *s*. *C* Staubblatt derselben mit den Pollensäcken *p*.

Die Samenanlagen erreichen eine bedeutende Größe, die von Cycas haben schon vor der Befruchtung etwa die Größe einer Kirsche; bei der Reife werden die äußersten Schichten des Integuments saftig. — Eine besondere Eigenthümlichkeit der Cycadeen ist die sogenannte Pollenkammer, eine Höhlung des Kerngewebes der Samenanlage zwischen der Mikropyle und dem Embryosack; in diese werden die Pollenkörner herabgezogen, um erst hier zu Pollenschläuchen auszuwachsen.

Der Embryo trägt zwei Cotyledonen, welche bei der Keimung nicht aus dem Samen hervortreten.

Die Cycadeen bewohnen das tropische Amerika, Asien und Südafrika. *Cycas* revoluta und C. circinalis, *Zamia* muricata, *Dion* edule, *Encephalartos* u. a. werden bei uns in Gewächshäusern, erstgenannte auch in Zimmern kultivirt.

Klasse XVI.

Coniferae.

Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter.

Diese Klasse enthält die auch bei uns zahlreich vertretenen Nadelhölzer. Der Embryo trägt eine auch fortan sich stark entwickelnde Hauptwurzel und zwei oder mehr Cotyledonen, welche bei der Keimung meist aus der Samenschale hervortreten und sich entfalten (Fig. 154). Der Stamm ist durch die regelmäßige monopodiale, racemöse Verzweigung ausgezeichnet; doch trägt hier nicht jede Blattachsel eine Knospe; die Blätter sind vorherrschend einnervig, schmal »nadelförmig«, doch kommen auch streifennervige (z. B. Araucaria imbricata), selbst dichotomisch gelappte Blätter (Ginkgo) vor. In der Gewebebildung nähern sie sich sehr den Dicotyledonen der folgenden Abtheilung, indem der Stamm, gleich jenem der Dicotyledonen, durch einen Cambiumring in die Dicke wächst; das sekundäre Holz enthält jedoch keine echten Gefäße, sondern besteht ganz und gar aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände mit eigenthümlichen gehöften Tüpfeln versehen sind (s. S. 47, Fig. 46); ferner ist als Eigenthümlichkeit die den meisten Gattungen zukommende Harzbildung hervorzuheben.

Die Pflanzen sind vorherrschend monöcisch, einzelne Gattungen diöcisch.

Die männliche Blüthe besteht aus einer mit Staubblättern besetzten verlängerten Achse (Fig. 152); die Staubblätter sind mehr oder weniger schildförmig und tragen an den Seiten oder unterseits zwei oder mehr Pollensäcke.

Die weiblichen Blüthen sind bei den einzelnen Familien von verschiedenem Bau, lassen sich indeß auf den Typus des Zapfens zurückführen, d. h. einer verlängerten Achse, deren Blätter, die Fruchtblätter, auf ihrer Oberfläche eine, zwei oder mehr Samenanlagen tragen. Wenn auch zeitweise die Fruchtblätter eines Zapfens fest aneinanderschließen, so bilden sie doch niemals eigentliche geschlossene Gehäuse, wie sie der folgenden Gruppe zukommen; insbesondere ragen zur Zeit der Bestäubung die Samenanlagen stets frei vor.

Bei einigen Gattungen (z. B. Pinus, Juniperus) erfordert die Samenreife zwei Jahre, d. h. im ersten Jahre erfolgt bloß die Bestäubung, d. h. das Auffliegen der Pollenkörner auf die Mikropylen der dem gleichen Jahrgange angehörigen weiblichen Blüthen; die sich hier entwickelnden Pollenschläuche wachsen nur noch eine Strecke weit in das Kerngewebe hinein; alsdann erfolgt ein Ruhestadium; nahezu ein Jahr nach erfolgter Bestäubung setzen diese Pollenschläuche ihr Wachsthum fort und vollziehen die Befruchtung, worauf sofort die Entwickelung des Embryos und Samenreife wie bei den übrigen Gattungen stattfinden.

Die Klasse gliedert sich in folgende vier Familien.

Fam. 1. Abietineae. An dieser, in unseren Gegenden vorherrschend vertretenen Familie sei zunächst der Bau des Zapfens näher geschildert. Die Spindel desselben (Fig. 156 *B*, *sp*) trägt in spiraliger Anordnung die Fruchtblätter. Jedes Fruchtblatt besteht aber hier aus zwei hintereinanderstehenden, fast bis zur Basis getrennten Theilen; der äußere Theil, stets schmäler, meist auch kürzer (Fig 156 *B*, *c*), wird als Deckschuppe be-

zeichnet; der innere, breitere, besonders zur Fruchtzeit sich stark vergrößernde Theil (Fig. 156 *B*, *s*), die Fruchtschuppe, steht anscheinend in der Achsel der Deckschuppe und trägt an der der Zapfenspindel zugewendeten Seite, und zwar an ihrer Basis, zwei Samenanlagen (Fig. 156 *A*, *sk*). Man hat für dieses allerdings auffallende Verhältnis, daß die Fruchtschuppe in der Achsel der Deckschuppe steht, die verschiedensten Erklärungen versucht; der Vergleich der übrigen Familien, bei welchen eine solche Trennung nicht oder nur in geringem Grade vorkommt, läßt die Deutung am einfachsten erscheinen, wonach die beiden Schuppen nur Theile eines Fruchtblattes sind, ähnlich wie der sterile und fertile Blattheil bei den Ophioglosseen.

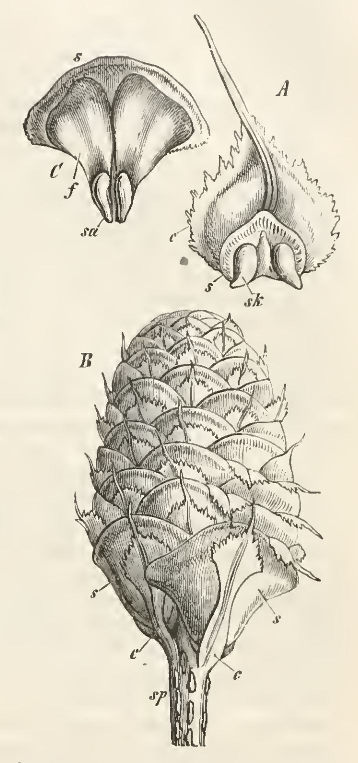


Fig. 156. Abies pectinata. *A* von der Spindel eines jungen Zapfens abgelöste Deckschuppe (*c*) von innen gesehen, daran die Fruchtschuppe *s* mit zwei Samenanlagen *sk* (vergr.). *B* ausgewachsener Zapfen (nat. Gr.). *sp* Spindel, *c* Deckschuppen. *s* Fruchtschuppen. *C* reife Fruchtschuppe mit zwei Samen *sa* und deren Flügeln *f* (nach *Sachs*).

Die beiden Samenanlagen sind mit ihrer Mikropyle nach abwärts gewendet; die reifen Samen erhalten fast stets einen Flügelanhang, welcher indeß nicht der Samenschale, sondern der Innenfläche der Fruchtschuppe entstammt (Fig. 156 *C*, *f*).

Die Staubblätter tragen je zwei Pollensäcke; die Pollenkörner sind häufig mit blasenförmigen Auftreibungen des Exosporiums (s. Fig. 152 *B*, *bl*) ausgestattet, die mit Luft gefüllt sind. Blüthen stets monöcisch.

Die Laubblätter und Zapfenschuppen sind spiralig angeordnet, erstere stets ungetheilt, einnervig; Winterknospen mit Knospenschuppen. — Cotyledonen stets mehr als zwei, in wechselnder Anzahl, sehr häufig fünf.

Die Gattung *Abies* hat flache Fruchtschuppen; die Samen reifen noch im ersten Jahre; die mehrere Jahre lebenden Blätter stehen spiralig nur an Langtrieben. Bei den meisten Arten trägt der unbegrenzt fortwachsende Stamm kräftige Seitenzweige (die sog. Quirläste) in den obersten Blattachseln jedes Jahrestriebes und außerdem zerstreut in einzelnen Blattachseln schwächere Seitenzweige. Die Äste verhalten sich ähnlich; nur findet die Entwickelung der Zweige höherer Ordnung vorherrschend zu beiden Seiten der annähernd horizontal gerichteten Äste statt. Die männlichen Blüthen stehen in den Achseln einzelner Blätter des vorjährigen Triebes. Bei der Untergattung Abies im engeren Sinne, den Tannen, sind die nadelförmigen Blätter flach zweischneidig, unterseits mit zwei weißen Streifen versehen; der Zapfen steht in der Achsel eines Blattes des vorjährigen Triebes weit rückwärts von dessen Spitze, bleibt stets aufrecht und zerfällt bei der Reife, d. h. die Deck- und Fruchtschuppen

fallen mit den Samen von der noch eine Zeit lang stehenbleibenden Spindel ab (Fig. 156 B). Hierher A. pectinata, die Edel- oder Weißtanne, deren Nadeln an den Zweigen nach zwei Seiten kammförmig abstehen und an der Spitze ausgerandet sind; sehr nahe verwandt A. Nordmanniana aus dem Kaukasus, als Zierpflanze kultivirt; A. balsamea in Nordamerika liefert den Kanadabalsam; A. cephalonica in Griechenland und A. Pinsapo in Spanien haben spitze Nadeln, die bei letzterer ringsum sparrig abstehen. — Bei den Fichten (Untergattung *Picea*) sind die Nadeln prismatisch vierkantig, die Zapfen stehen an der Spitze des vorjährigen Triebes, hängen bald nach der Bestäubung nach abwärts und fallen nach dem Ausfallen der Samen ganz ab. Hierher A. excelsa, Fichte oder Rothtanne. Die Untergattung *Tsuga* (meist in Nordamerika) hat die Zapfen der Fichten, die Nadeln der Tannen und im Gegensatze zu allen Abietineen, deren Harzgänge in den Blättern an den Seitenkanten verlaufen, nur einen in der Mitte der Blattunterseite liegenden Harzgang; hierher A. canadensis, Schierlingstanne, in Nordamerika, mit überhängenden Zweigspitzen, sehr kleinen Zapfen. Die Untergattung *Pseudotsuga* hat ebenfalls die Zapfen der Fichten und Nadeln der Tannen, aber die beiden seitlichen Harzgänge der Abietineen; hierher A. Douglasii in Californien.

Bei der Gattung *Larix*, Lärche, stimmen die Fruchtmerkmale mit Abies überein; die Blätter leben aber nur einen Sommer, stehen spiralig am Langtrieb, sowie auch büschelig an Kurztrieben, die aus den Blattachseln des vorjährigen Langtriebes hervorkommen, sich jedes Jahr nur wenig verlängern, aber wieder in Langtriebe übergehen können. Die männlichen Blüthen stehen an der Spitze unbeblätterter, die Zapfen an der Spitze beblätterter Kurztriebe. Die Zweige stehen nicht in Scheinquirlen, sondern unregelmäßig. L. europaea in den Alpen und Karpathen einheimisch, andere Arten in Sibirien und Nordamerika.

Die Gattung *Cedrus*, Ceder, unterscheidet sich von Larix nur durch die mehrjährige Lebensdauer der ebenso angeordneten Blätter und die zweijährige Samenreife. C. Libani in Kleinasien, C. Deodara im Himalaya.

Bei der Gattung *Pinus*, Kiefer, sind die Fruchtschuppen an der Spitze verdickt und tragen hier ein meist rhombisches Feld, die Apophyse; die Samenreife dauert zwei Jahre. Die grünen, mehrere Jahre lebenden Nadeln stehen nur an Kurztrieben zu 2, 3 oder 5, die an ihrer Basis Niederblätter tragen, sich nicht verlängern und aus der Achsel schuppenförmiger Blätter des Langtriebes des gleichen Jahres entspringen. Die Äste stehen nur in Scheinquirlen am Ende der Jahrestriebe, und auch die Zweige höherer Ordnung stehen ringsum. Die männlichen Blüthen nehmen die Stelle von Kurztrieben an der Basis des diesjährigen Langtriebes ein und stehen hier dichtgedrängt; die Zapfen stehen ebenfalls an der Stelle von Kurztrieben, meistens an der Spitze des diesjährigen Langtriebes.

Bei der Untergattung Pinaster ist die Apophyse rhombisch, mit Querkiel, ungefähr in der Mitte genabelt; meist nur zwei grüne Nadeln an jedem Kurztrieb. Hierher P. silvestris, die gemeine Kiefer oder Föhre, deren Zapfen sich auf einem kurzen Stiele abwärts biegen; die Winterknospen sind an der Spitze abgerundet; P. montana, Krummholzkiefer, in den Alpen und Gebirgen, deren Stamm häufig niederliegt, aber auch aufrecht vorkommt, mit ungestielten, wagerecht abstehenden Zapfen; P. Laricio, Schwarzkiefer, in Südeuropa, mit zugespitzten Winterknospen; P. Pinea, Pinie, in Südeuropa, mit großen eßbaren Samen, deren Flügel nur klein ist. Bei der Untergattung Strobus ist die Apophyse halbrhombisch, nahe dem Vorderrande gekielt und genabelt, fünf grüne Nadeln an jedem Kurztrieb; hierher P. Strobus, Weymouthskiefer, aus Nordamerika, und P. Cembra, Zirbelkiefer, in den Alpen und Karpathen, letztere mit ungeflügelten Samen und zerfallenden Zapfen.

Offizinell: Terebinthina, das mit ätherischem Terpentinöl gemengt ausfließende Harz verschiedener Arten, besonders von Pinus Pinaster und P. Laricio.

Fam. 2. Araucarieae. Die Fruchtblätter (Zapfenschuppen) sind ungetheilt und hüllen die Samenanlagen ein; zwei Cotyledonen; sonst im wesentlichen wie vorige.

Araucaria imbricata mit breiten, streifennervigen Blättern, in Chile. A. excelsa mit einnervigen, kantigen Blättern auf der Norfolksinsel, beide mit sehr regelmäßiger Verzweigung.

Offizinell: Resina Dammara von Dammara alba, D. orientalis und anderen Bäumen in Ostindien.

Fam. 3. Taxodieae. Die Zapfenschuppen sind nur an der Spitze etwas getheilt; die Mikropyle der Samenanlage ist wenigstens anfangs nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen spiralig gestellt. Zwei Cotyledonen.

Taxodium distichum, Sumpfcypresse in Nordamerika; die mit mehrzeilig gestellten, zweiseitig abstehenden Blättern besetzten schwächeren Zweige fallen alljährlich im Herbste ab. — *Sequoia* (*Wellingtonia*) gigantea, Mammuthbaum, in Californien, besonders durch die Dimensionen und das hohe Alter der dort vorkommenden Bäume merkwürdig; als Ziergehölz bei uns kultivirt. — *Sciadopitys* verticillata aus Japan trägt an den Langtrieben nur Schuppenblätter; aus den Achseln der vordersten eines jeden Jahrestriebs entspringen »Doppelnadeln«, d. h. Kurztriebe, deren beide allein vorhandene Laubblätter miteinander verwachsen sind.

Fam. 4. Cupressineae. Die Zapfenschuppen lassen nur gegen die Spitze die Andeutung einer Theilung (Fig. 157 *B*, *f*, *d*) erkennen; die Mikropyle der Samenanlage ist nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen quirlig gestellt. Zwei Cotyledonen.

Die Blätter stehen in zwei- oder dreigliederigen Quirlen und sind an ihrer Basis mit der Rinde des Zweiges verschmolzen. Die Zapfenschuppen, in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden, tragen innen an ihrer Basis zwei oder mehr Samenanlagen; Juniperus communis und die verwandten Arten haben nur je eine etwas seitlich stehende Samenanlage innerhalb jeder Schuppe, so daß es scheint, als würden die drei Samenanlagen mit den drei Schuppen alterniren. Die Blüthen sind monöcisch oder diöcisch. Der Embryo trägt nur zwei Cotyledonen.

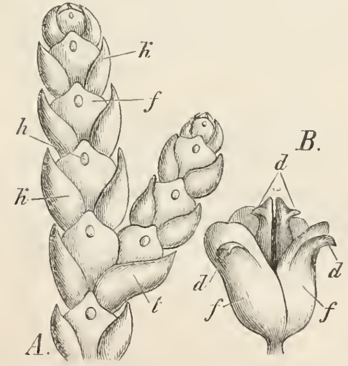


Fig. 157. *A* Zweig von Thuja occidentalis (6mal vergr.). *k* Kanten-, *f* Flächenblätter, *h* Harzbehälter, *t* Tragblatt eines Seitenzweiges. *B* reifer Fruchtzapfen von Biota orientalis (nat. Gr.), *f* Zapfenschuppen, an welchen die der Deckschuppe entsprechende Spitze *d* frei vorragt.

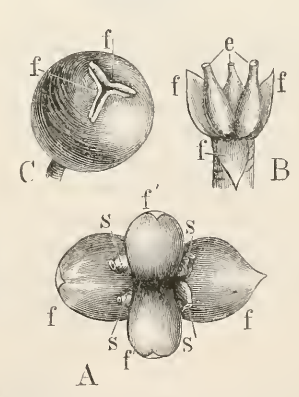


Fig. 158. *A* junger Beerenzapfen von Juniperus Sabina, von oben gesehen (vergr.); *ff* die beiden unteren Zapfenschuppen, mit je zwei Samenanlagen *S*; *f'f'* der obere sterile Quirl von Zapfenschuppen; *B* junger Beerenzapfen von Juniperus communis nach Entfernung der Hochblätter; *fff* die drei Zapfenschuppen (die vordere zurückgeschlagen); *e* die drei Samenanlagen; *C* reifer Beerenzapfen derselben Pflanze; die drei Schuppen *f* sind noch erkennbar.

Bei *Juniperus* diöcisch werden die Zapfenschuppen bei der Reife saftig und verwachsen zusammen zu einer Beere; bei der Untergattung Oxycedrus (wohin J. communis, der gemeine Wachholder) stehen die Blätter in dreizähligen Quirlen, entsprechend trägt der Zapfen drei Schuppen; bei der Untergattung Sabina (wohin J. Sabina, J. virginiana u. a.) stehen die Blätter meist in zweigliedrigen Quirlen, ebenso die Zapfenschuppen (Fig. 158 *A*). — *Thuja* occidentalis, Lebensbaum, aus Nordamerika, häufig kultivirt. Die Zapfenschuppen werden holzig und springen kapselartig auf; die Samen sind mit einem Flügelsaum umzogen. Die decussirten Blätter ragen nur wenig über die Zweigoberfläche vor und tragen einen höckerförmig vorspringenden Harzbehälter, die an den Kanten des plattgedrückten Zweiges stehenden (Fig. 157 *A*, *k*) sind gekielt, die flächenständigen (Fig. 157 *A*, *f*) flach; die Zweige verästeln sich in den letzten Graden nur in einer Ebene und sehen daher verzweigten Blättern entfernt ähnlich. — Ähnlich *Biota* orientalis aus China mit flügellosen Samen und eingedrückt linienförmigem Harzbehälter der Blätter. — *Cupressus* sempervirens, Cypresse, in Südeuropa mit schildförmig gestielten Zapfenschuppen; letzteres auch bei *Chamaecyparis*, wohin beliebte Zierbäume gehören. — Die auf die Cotyledonen folgenden Blätter der Keimpflanzen sind noch nicht schuppenförmig, kurz, sondern lang, nadelförmig. Durch Stecklinge von den Keimpflanzen läßt sich diese Form für die ganze Pflanze fixiren; solche Individuen von verschiedenen Arten von Chamaecyparis, von Thuja occidentalis wurden früher irrthümlich als besondere Species beschrieben.

Offizinell: Fructus Juniperi, die Früchte von Juniperus communis. — Summitates Sabinae, die beblätterten jüngeren Zweige von Juniperus Sabina.

Fam. 5. Taxaceae. Die Zapfenbildung ist unvollkommen oder fehlt ganz; die einzelnen Gattungen sind im Blüthenbau sehr verschieden.

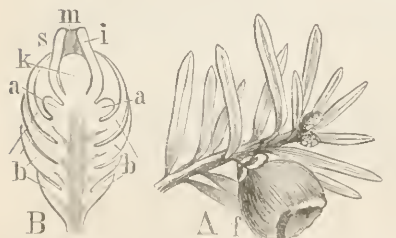


Fig. 159. Taxus baccata. *A* Zweig eines weiblichen Baumes mit einer Frucht *f* (nat. Gr.). *B* weibliches Blüthenzweiglein im Längsschnitt (20mal vergr.), *b* schuppenartige Hochblätter, welche auch noch an der Basis der Frucht wahrnehmbar sind; *s* die scheinbar terminale Samenanlage mit Integument *i*, der Mikropyle *m* und dem Kern *k*; *a a* die Anlage des erst später heranwachsenden Arillus.

Taxus baccata, die Eibe; diöcisch; die Samenanlagen stehen ohne Fruchtblätter einzeln am Ende je eines sehr kurzen, mit Hochblättern besetzten Zweigleins (Fig. 159 *B*); der Same wird bis zur Reifezeit von einem später roth und fleischig werdenden Arillus (Fig. 159 *B*, *a*; *A*, *f*) umwachsen. Die spiralig gestellten Blätter stehen nach zwei Seiten ab, sind flach, nadelförmig, unterseits heller grün, aber ohne weißen Streifen; hierdurch ist der Baum sofort von der im Habitus der Zweige ähnlichen Edeltanne zu unterscheiden. — *Ginkgo* biloba in China und Japan hat gestielte, dichotomisch gelappte, mit dichotom verzweigten Nerven versehene breite Blätter und erinnert auch im Wuchs an manche Laubbäume; die weibliche Blüthe ist langgestielt und besteht aus meist zwei Samenanlagen ohne Fruchtblätter, welche bei der Reife außen saftig werden. — *Phyllocladus* in Neuholland hat blattartig verbreiterte Äste.

Klasse XVII.

Gnetaceae.

Die Gnetaceen unterscheiden sich von den Coniferen dadurch, daß sowohl die Samenanlagen als die Staubblätter schon Umhüllungen bekommen, die mehr oder weniger dem Perigon der Angiospermen ähnlich sind.

Ephedra distachya ist ein in Südeuropa vorkommender niedriger Strauch vom Aussehen eines Equisetum, mit langen aufrechten Zweigen und kleinen, sehr entfernt stehenden, zu stengelumfassenden Scheiden quirlig verwachsenen Blättern und diöcischen Blüthen. — *Welwitschia* mirabilis, eine merkwürdige Pflanze Westafrikas, ist ausgezeichnet durch einen ganz kurz bleibenden, eine riesige Rübe darstellenden Stamm, der nur zwei sehr große Laubblätter und in deren Achseln dichotomisch verzweigte Blüthenstände trägt.

Fünfte Gruppe.

Die Angiospermen.

Diese Gruppe stimmt mit der vorhergehenden Gruppe der Gymnospermen in dem allgemeinen Aufbau des Pflanzenkörpers und in der Bildung von Samen überein, welche den durch die Befruchtung entstandenen Embryo enthalten und von der Mutterpflanze im Zustande der Reife abgeworfen werden. Deshalb faßt man auch beide Gruppen als Samenpflanzen, Spermaphyten, Phanerogamen, zusammen. Die in der Blüthe vorhandenen Fortpflanzungsorgane sind im wesentlichen dieselben, wie bei den Gymnospermen; doch sind, wie im folgenden näher gezeigt werden soll, folgende Verschiedenheiten hervorzuheben: Die Samenanlagen stehen nicht frei auf der Oberfläche der Fruchtblätter, sondern diese letzteren bilden ein geschlossenes Gehäuse, welches mit einem Aufnahmsorgan für die Pollenkörner, der Narbe, versehen ist und die Samenanlagen einschließt, den Fruchtknoten. Vor der Befruchtung bildet sich im Embryosack kein Prothallium, sowie keine Archegonien, sondern die Eizelle entsteht direkt durch freie Zellbildung im Embryosack. Ebenso unterbleibt auch in den Pollenkörnern die rudimentäre Prothallienbildung; dieselben sind stets einzellig.

Die Blüthe im allgemeinen. Während bei den Gymnospermen die Staub- und Fruchtblätter auf verschiedene Blüthen vertheilt, die Blüthen sonach eingeschlechtig sind, ist es bei den Angiospermen vorherrschend Regel, daß in einer Blüthe sowohl Staub- als Fruchtblätter vorhanden sind; solche Blüthen heißen demnach zweigeschlechtig, hermaphrodit, Zwitterblüthen (durch das Zeichen ☿ ausgedrückt). Es kommen indeß auch eingeschlechtige, diklinische Blüthen vor, wie bei den Gymnospermen; doch läßt sich wenigstens in manchen Fällen das Fehlen des einen Geschlechtes auf eine Verkümmerung in der typisch zweigeschlechtigen Blüthe zurückführen. Nach der Vertheilung der eingeschlechtigen Blüthen auf die Individuen sind die Pflanzen monöcisch oder diöcisch. Kommen endlich auf demselben Individuum sowohl eingeschlechtige, als hermaphrodite Blüthen vor, so heißt die Pflanze polygam.

An der Blüthenbildung betheiligen sich aber bei den Angiospermen

nicht bloß die Staub- und Fruchtblätter, sondern in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle noch unterhalb dieser stehende Blattgebilde, welche selbst keine Fortpflanzungszellen erzeugen, aber doch indirekt bei der Fortpflanzung funktioniren: das Perigon oder die Blüthenhülle.

Sonach besteht eine typische Angiospermenblüthe aus folgenden, stets in der gleichen Ordnung von unten nach oben aufeinanderfolgenden Theilen:

1) dem Perigon (Blüthenhülle, Perianthium (Fig. 160 *Ke*, *K*);

2) dem Andröceum, d. h. der Gesammtheit sämmtlicher in einer Blüthe vorhandener Staubblätter (Fig. 160 *f*);

3) dem Gynäceum, d. h. der Gesammtheit sämmtlicher in einer Blüthe vorhandener Fruchtblätter nebst den Samenanlagen (Fig. 160 *F*, *S*).

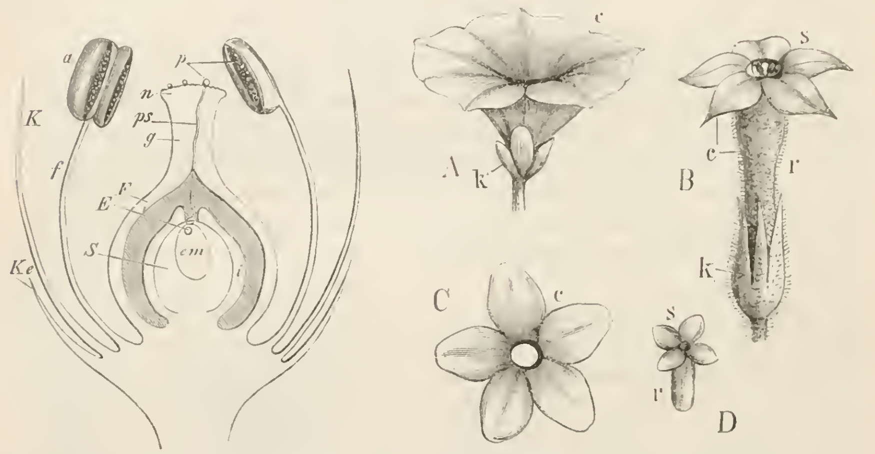


Fig. 160. Schema einer Angiospermenblüthe im Längsschnitte; *Ke* Kelch, *K* Krone, zusammen das Perigon bildend. *f* Staubblatt mit Anthere *a*, *F* Fruchtknoten mit Narbe *n*, Samenanlage *S*. — *p* Pollenkörner; *ps* Pollenschlauch; *g* Griffel, *em* Embryosack, *E* Eizelle; *i* Integument.

Fig. 161. Verwachsenblättrige Kelche und Kronen. *A* Blüthe von Convolvulus arvensis mit trichterförmiger Krone *c* und fünftheiligem Kelche *k*, *B* von Nicotiana Tabacum mit fünfspaltigem Kelch *k*, die Krone *c* in Röhre *r* und Saum *s* getrennt, dieser fünftheilig. *C* radförmige Blumenkrone von Sambucus. *D* gamosepaler Kelch von Daphne Mezereum mit Röhre *r* und Saum *s*.

Wie Figur 160 zeigt, ist auch die Blüthenachse gewöhnlich nicht so verlängert, wie bei den Gymnospermen, sondern verbreitert und stellt einen Blüthenboden, Torus, vor, auf welchem die Blattgebilde dichtgedrängt entspringen, so daß die untersten zu äußerst, die obersten zu innerst zu stehen kommen.

Die Blüthenachse schließt, mit Ausnahme einzelner abnormer Fälle, mit Erzeugung der obersten Blattgebilde der Blüthe ihr Wachsthum und ihre Thätigkeit ab; dieselben tragen (von einzelnen monströsen Bildungen abgesehen) niemals Knospen in ihren Achseln. Der Theil der Achse unter den Blattgebilden der Blüthe ist häufig verlängert und heißt Blüthenstiel (Pedunculus); er trägt gewöhnlich ein oder mehrere Hochblätter, Vorblätter (Prophylla) genannt. Ist der Blüthenstiel wenig oder gar nicht entwickelt, so heißt die Blüthe sitzend (sessilis).

Die **Blüthenhülle** (Perigon, Perianthium) fehlt nur bei wenigen Familien (z. B. Piperaceen) vollständig: bei sehr vielen besteht sie aus zwei von außen nach innen aufeinander folgenden Theilen, die sich durch ihre Struktur und Beschaffenheit unterscheiden; der äußere, Kelch (Calix) genannt, besteht aus Blättern (Kelchblätter, Sepala) von derberer Struktur, meist grüner Farbe und geringerer Größe; der innere, die Krone (Corolla), ist gebildet von den Kronenblättern (Petala), die meist zart, weiß oder verschiedentlich gefärbt sind (z. B. Rose, Geranium, Flachs). In manchen Fällen fehlt der eine der beiden Theile, während er bei verwandten Pflanzen entwickelt ist, so z. B. der Kelch bei den Compositen, die Krone bei Caltha, Daphne; im letzteren Falle nimmt dann gewöhnlich der Kelch eine Beschaffenheit an, wie sie sonst die Krone zu zeigen pflegt, er wird corollinisch.

Andere Pflanzen besitzen aber überhaupt nur ein einfaches Perigon, d. h. es ist überhaupt nicht in zwei Theile von verschiedener Beschaffenheit, in Kelch und Krone gesondert; es heißt dann kurzweg Perigon und ist entweder von calicinischer Beschaffenheit, d. h. so wie sonst die Kelchblätter zu sein pflegen (z. B. Brennessel), oder corollinisch, z. B. Aristolochia, Liliaceen.

Die einzelnen Blätter des Perigons sind entweder vollständig bis zum Grund voneinander getrennt, frei (Corolla eleutheropetala, auch choripetala genannt, Calix eleutherosepalus, z. B. Ranunculus), oder mehr oder minder weit von der Basis aus zu einer Röhre verwachsen, welche oben in so viel Zähne oder Lappen ausgeht, als ursprünglich Blätter vorhanden sind (Corolla gamopetala, Fig. 161 *A*, *B*, *C*, *c*, Calix gamosepalus, Fig. 161 *B*, *k*, z. B. bei der Tabakpflanze, der Schlüsselblume, Primula, der Kelch allein verwachsen bei der Nelke, Dianthus, bei Daphne, Fig. 161 *D*, mit unterdrückter Krone). Auch das einfache Perigon kann aus einzelnen Blättern (Perigonium eleutherophyllum, z. B. Amarantus), oder einer Röhre (P. gamophyllum, z. B. Aristolochia) bebestehen; dabei können selbst Blätter zweier Quirle zu einer einzigen gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, z. B. bei Hyacinthus und verwandten Pflanzen.

Der Grad der Theilung verwachsenblättriger Perigone in Zähne, Lappen wird durch dieselben Ausdrücke bezeichnet, wie die Theilung der Blattspreite, s. oben S. 22. Die Gestalt verwachsener Kronen ist bald glockenförmig, z. B. bei der Glockenblume, Campanula, trichterförmig, z. B. bei der Winde (Fig. 161 *A*), radförmig, z. B. beim Hollunder (Fig. 161 *C*). Häufig ist die Sonderung in einen röhrenförmigen Theil (Röhre, Tubus) (Fig. 161 *B*, *r*) und einen mehr oder weniger ausgebreiteten Saum (Limbus, Fig. 161 *B*, *s*). Andere eigenthümliche Formen hängen mit der Symmetrie der Blüthe zusammen.

Die kronenartigen Perigonblätter sind häufig in Stiel und Spreite gegliedert, welche dann Nagel und Platte genannt werden (z. B. bei der Nelke, Fig. 162 *A*, *B*). Ligularbildungen sind die sogenannten Nebenkronen (Paracorolla) bei Narcissus, Lychnis (Fig. 162 *B*, *l*). Selten ist Theilung oder Verzweigung der Kronenblätter, z. B. bei manchen Nelken (Fig. 162 *A*), während die ausgerandete oder verkehrt herzförmige Gestalt

häufiger vorkommt. Manche Kronenblätter (z. B. Veilchen, Aklei) haben spornförmige Anhängsel oder werden selbst zu hohlen röhrigen Gebilden (z. B. Helleborus, Aconitum); es hängt dies mit der Ausscheidung des Nektars zusammen.

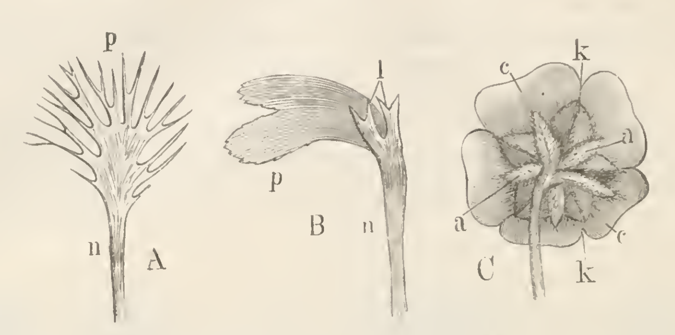


Fig. 162. *A* Kronenblatt von Dianthus superbus mit Nagel *n* und Platte *p*, letztere gespalten. *B* Kronenblatt von Lychnis mit Nagel *n*, Platte *p* und Ligula *l*. *C* Blüthe von Potentilla von unten gesehen. *c* Krone, *k* Kelch, *a* Außenkelch.

Als Außenkelch (Caliculus) bezeichnet man Blattbildungen, welche außerhalb des Kelches dicht unter demselben gleichsam einen äußersten Kreis der Blüthenhülle vorstellen (z. B. die kleinen Blättchen zwischen den Kelchblättern bei Potentilla (Fig. 162 *C*, *a*, Malva); es sind dies theils Nebenblattbildungen der Kelchblätter selbst, theils Hochblätter, welche nahe an den Kelch hinaufgerückt sind. Ein solches Hinaufrücken von Hochblättern bis dicht an die Blüthe, so daß sie oberflächlich betrachtet als Theile der Blüthenhülle erscheinen, kommt überhaupt öfters vor: z. B. bei der Leberblume, Anemone hepatica.

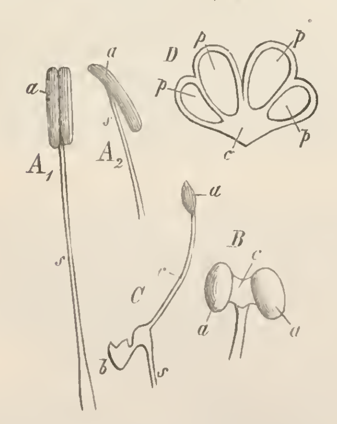


Fig. 163. Staubblätter A_1 von Lilium, *s* das Filament, *a* die Anthere. A_2 dasselbe von der Seite gesehen. *B* von Tilia, *a* Antherenhälfte, *c* Connectiv. *C* von Salvia; *s* Filament, *c* Connectiv, *a* Antherenhälfte, *b* metamorphosirte Antherenhälfte. *D* Querschnitt der Anthere von Hypericum (vergr.), *p* die 4 Pollensäcke, *c* Connectiv.

Das **Andröceum** ist die Gesammtheit der Staubblätter in einer Blüthe, auch Staubgefäße oder Staubfäden (Stamina) genannt. Das Staubblatt besteht aus zwei Theilen, einem zarten, meist stielartig dünnen Träger, dem Filament (Fig. 163 *s*), und dem die Pollensäcke (Fig. 163 *D*, *p*) einschließenden Organ, welches Anthere, Staubbeutel oder Staubkolben genannt wird (Fig. 163 *a*).

Die Anthere besteht aus zwei Längshälften, deren jede meistens zwei Pollensäcke (Fig. 163 *D*, *p*) enthält; diese beiden Antherenhälften werden durch das oberste Stück des Filaments, das Connectiv (Fig. 163 *c*) zusammengehalten. Dieses ist bisweilen sehr schmal, so daß die beiden Antheren-

hälften dicht aneinander liegen (Fig. 163 *A*, *a*); dabei ist es entweder vom Filament nicht scharf getrennt und die Anthere sitzt dann einfach am oberen Ende des Filaments; oder es ist gelenkartig abgesetzt, so daß die Anthere sammt dem Connectiv auf der Spitze des Filaments drehbar ist (Anthera versatilis, Fig. 163 A_2). Das Connectiv ist aber auch oft breiter, so daß die beiden Antherenhälften weit auseinander gerückt sind (Fig. 163 *B*); ja es ist oft sehr stark in die Breite gezogen und dabei ganz dünn, so daß es mit dem Filament eine Tförmige Figur bildet (Fig. 163 *C*); bei dieser Pflanze, dem Salbei, kommt noch die Eigenthümlichkeit hinzu, daß die eine Antherenhälfte fehlschlägt und zu anderen Zwecken umgeformt wird. Nur selten (z. B. Einbeere, Fig. 164 *C*) ist das Connectiv noch über die Anthere hinaus in eine Spitze oder Borste (z. B. Oleander) verlängert; die beiden Antherenhälften erscheinen dann seitlich dem Filament anliegend. — Die beiden Antherenhälften konvergiren entweder gegen die Oberseite des Staubblattes (Fig. 163 *D*); dann heißt die Anthere intrors; oder sie konvergiren gegen die Unterseite: extrorse Anthere.

Das Filament ist gewöhnlich stielartig rund, von zartem farblosen oder gefärbten Gewebe, bisweilen aber auch bandartig verbreitert; ist es sehr kurz, so wird die Anthere sitzend genannt.

Bei einigen Pflanzen (z. B. Allium, Fig. 164 *A*) besitzt das Filament Anhängsel, bei anderen (z. B. Ericeen, Fig. 164 *B*, Asclepiadeen) sind die Antheren selbst mit Anhangsgebilden, wie Sporne u. dgl., ausgestattet.

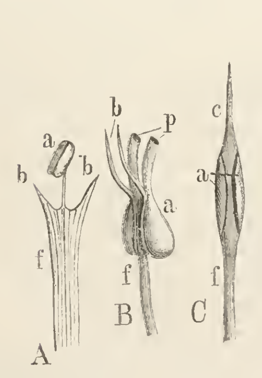


Fig. 164. *A* Staubblatt von Allium, *B* von Vaccinium Myrtillus, *C* von Paris quadrifolia (vergr.). *f* Filament, *a* Anthere, *b* Anhängsel, *c* Connectiv, *p* Pore, mit der die Antherenhälfte sich öffnet.



Fig. 165. Theil einer männlichen Blüthe von Ricinus im Längsschnitt (vergr.), *f* die vielfach verzweigten Filamente, *a* deren Antheren (nach *Sachs*).

Bei gewissen Pflanzen, z. B. Ricinus, Hypericum, sind die Staubblätter, d. h. die Filamente verzweigt, und zwar entweder, wie gewöhnlich die Blätter, in einer zur Medianebene senkrechten Ebene (z. B. Myrtaceen), oder in verschiedenen Richtungen (z. B. Ricinus, Fig. 165); die letzten Endigungen des verzweigten Filaments tragen die Antheren.

Hiermit äußerlich ähnlich, im Wesen aber grundverschieden ist die Verwachsung mehrerer nebeneinander stehender Staubblätter (z. B. Papilionaceen); je nachdem nun die Staubblätter einer Blüthe sämmtlich zu einem Bündel (gewöhnlich einer Röhre) oder in zwei, drei u. s. w. Gruppen vereinigt sind, heißen sie ein-, zwei-, dreibrüderig (mono-, di-, triadelpha). Die Antheren und häufig die oberen Enden der Filamente sind dabei gewöhnlich frei. Sehr komplizirt wird das Verhältnis, wenn Verwachsung und Verzweigung der Filamente zugleich vorkommen, z. B. bei den Malvaceen. Bei den Compositen (z. B. Sonnenrose, Distel) sind die Filamente frei, aber die Antheren seitlich aneinander geklebt, nicht von Ursprung aus verwachsen.

Außerdem sind die Staubblätter häufig mit anderen Blüthentheilen, besonders dem Perigon verwachsen, so daß die Filamente oder, wenn diese sehr kurz sind, die Antheren nicht an der Blüthenachse, sondern an den Perigonblättern inserirt erscheinen. Es findet sich dieses Verhältnis vorzugsweise da, wo die Kronen- oder Perigonblätter selbst zu einer Röhre verwachsen sind (z. B. Primula). Seltener ist die Verwachsung der Staubblätter mit den Fruchtblättern (z. B. Orchideen).

Bei vielen Blüthen kommt es vor, daß gewisse, durch ihre Stellung zu den übrigen Blüthentheilen bestimmte Filamente länger sind, als die anderen; so sind von den sechs Staubblättern der Cruciferen (z. B. Raps, Kohl) vier länger als die beiden anderen; von den vier der Labiaten (z. B. Lamium) zwei länger als die zwei anderen; erstere werden als viermächtig (tetradynamisch), letztere als zweimächtig (didynamisch) bezeichnet.

Staminodien heißen solche Staubblätter, bei denen die Bildung der Anthere unterbleibt, und die blattartige Form haben. Sie finden sich in gewissen Blüthen (z. B. Canna) regelmäßig. Die gefüllten Blüthen kommen dadurch zu stande, daß mehrere oder alle Staubblätter einer Blüthe den Kronenblättern an Gestalt gleich werden.*) —Bei manchen spiralig gebauten Blüthen (z. B. Nymphaea) finden sich Zwischenstufen zwischen Kronenblättern und Staubblättern, so daß der Übergang ein ganz allmählicher ist.

Die Pollensäcke sind in den Antheren enthalten, gewöhnlich in jeder Antherenhälfte zwei übereinander liegende (Fig. 163 *D*, *p* und Fig. 166 *ps*), seltener je ein oder je vier Pollensäcke. Die Pollenmutterzellen entstehen durch wiederholte Zweitheilung weniger ursprünglicher Zellen und werden anfänglich umgeben von mehreren Wandschichten (Fig. 166 *t* und *w*), wovon die innerste später aufgelöst wird, die äußeren theilweise spiralige Verdickungen der Zellwände erhalten. Durch Aufspringen der Antheren wird der Pollen oder Blüthenstaub aus den Pollensäcken entleert, gewöhnlich in großen Massen. Die Art des Aufspringens der Anthere ist schon durch ihren Bau vorgezeichnet, einige (z. B. Ericeen, Fig.

---

*) In anderen Fällen kommt die »Füllung« zu stande, indem ohne Veränderung des Andröceums die Kronenblätter vermehrt sind (z. B. Campanula); nur äußerlich ähnlich ist die sog. Füllung bei den Compositen, s. dort.

164 *B*, *p*) öffnen sich durch ein rundliches Loch an der Spitze jeder Antherenhälfte, die meisten durch Längsspalten an den Flanken, d. h. an der Grenze je zweier Pollensäcke derselben Seite.

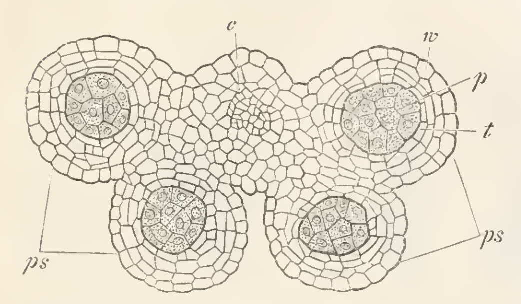


Fig. 166. Querschnitt durch eine junge Anthere von Sambucus racemosa (80). *c* das Connectiv, *ps* die vier Pollensäcke, die Pollenmutterzellen enthaltend, noch umgeben von den Gewebeschichten *t* und *w*.

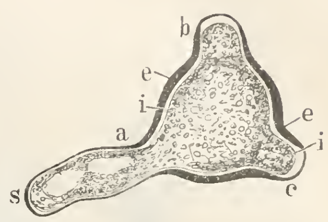


Fig. 167. Pollenkorn von Epilobium (sehr stark vergr.), einen Pollenschlauch treibend; *e* Exosporium, *i* Endosporium, *a*, *b*, *c* die drei für den Austritt der Pollenschläuche bestimmten, verdünnten Stellen des Exosporiums. Es ist nur ein Pollenschlauch *s* bei *a* entwickelt.

Wenn das Pollenkorn auf die Narbe (s. unten) gelangt, oder auch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wächst die von dem Endosporium umschlossene Zelle zu einem oder mehreren langen Schläuchen, den Pollenschläuchen aus (Fig. 167 *s*). Die Stellen, an welchen hiebei das Exosporium von der wachsenden Zelle durchbrochen wird, sind gewöhnlich schon durch die Struktur, dünne Stellen oder deckelartige Bildungen des Exosporiums vorgezeichnet und auch in ihrer Zahl bestimmt (1, 2, 3, 4—6 oder mehr). Während bei den Gymnospermen wirkliche Zelltheilungen im Pollenkorn erfolgen, wird dies bei den Angiospermen nur durch eine Kerntheilung angedeutet, so daß im auskeimenden Pollenschlauch sich zwei Zellkerne befinden.

Die Pollenkörner der Orchideen (und weniger anderer Pflanzen) trennen sich nicht von einander, sondern bleiben zu Massen, die den einzelnen Pollensäcken entsprechen, vereinigt.

Das **Gynäceum** ist immer das Schlußgebilde der Blüthe, welches den Scheitel der Blüthenachse einnimmt. Die Fruchtblätter (Karpelle) bilden hier bei den Angiospermen ein geschlossenes Gehäuse, Fruchtknoten (Germen) genannt, welches die Samenanlagen einschließt. Enthält eine Blüthe mehrere Fruchtblätter, von denen sich jedes einzelne für sich mit seinen beiden Rändern schließt, so heißt das Gynäceum apokarp; die Blüthe enthält dann also auch mehrere Fruchtknoten und heißt polykarpisch*) (Fig. 168 *A*), z. B. Ranunculus, Paeonia, Butomus; verwachsen aber sämmtliche Fruchtblätter einer Blüthe zu einem einzigen Fruchtknoten (Fig. 168 *C*), so heißt das Gynäceum synkarp (z. B. Mohn, Lilie); die Blüthe heißt dann, sowie auch in dem Falle, daß überhaupt nur ein Fruchtblatt vorhanden ist (z. B. Wicke, Fig. 168 *B*), monokarpisch*). Übergänge zwischen diesen

* Diese Ausdrücke sind nicht zu verwechseln mit den gleichlautenden für mono- und polykarpische Pflanzen (s. oben S. 115).

beiden Fällen kommen insofern vor, als ein synkarper Fruchtknoten an seinem oberen Ende sich in mehrere, der Anzahl der Fruchtblätter entsprechend, theilen kann (Fig. 168 *D*).

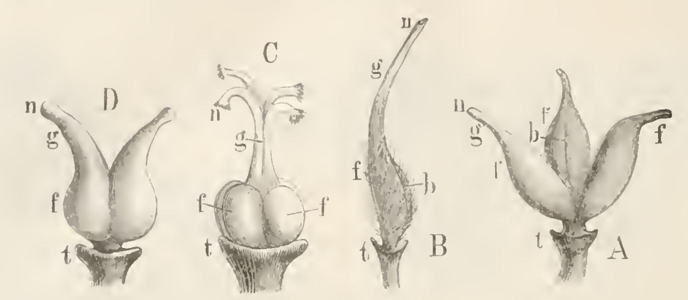


Fig. 168. *A* Gynäceum der polykarpischen Blüthe von Aconitum, *B* der monokarpischen von Melilotus, mit einem einzigen Fruchtblatt, *C* der monokarpischen von Rhamnus mit vier zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern. *D* Fruchtknoten von Saxifraga aus zwei Fruchtblättern gebildet, die nach oben auseinander weichen. *t* Blüthenboden, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe, *b* Bauchnaht.

Der Fruchtknoten heißt monomer, wenn er nur von einem einzigen Karpell gebildet wird (Fig. 168 *B*, 169 *A*), dessen Ränder an der der Mittelrippe gegenüberliegenden Seite miteinander verwachsen. Die Seite, an welcher die Mittelrippe verläuft, heißt Rücken (Fig. 169 *A*, *r*), die entgegengesetzte Bauchnaht (*b*). Die hierdurch von dem Karpell umschlossene Höhlung ist gewöhnlich nicht durch Scheidewände unterbrochen, sondern einfächerig (z. B. Wicke); nur selten treten durch Wucherungen der Innenseite falsche Scheidewände auf.

Treten dagegen zur Bildung eines Fruchtknotens mehrere Karpelle zusammen, so entsteht ein polymerer (nach der Anzahl der Karpelle speziell di-, tri-, tetramerer etc.) Fruchtknoten. Derselbe ist einfächerig (Fig. 169 *B*), wenn die einzelnen Karpelle mit ihren Rändern einfach an-

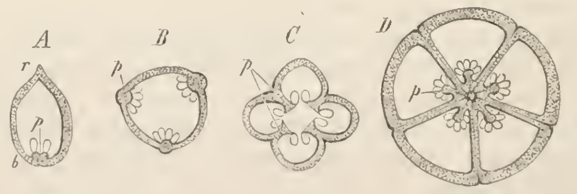


Fig. 169. Schematische Querdurchschnitte von Fruchtknoten: *p* Placenta. *A* monomer einfächerig, *r* Rücken, *b* Bauchnaht; *B* polymer einfächerig, *C* polymer mehrkammerig, *D* polymer mehrfächerig.

einander wachsen, ohne daß dieselben nach innen vorspringen. Wachsen diese aber als Längsleisten in die Höhlung hinein, so wird der Fruchtknoten mehrkammerig (Fig. 169 *C*), z. B. Mohn; die Kammern sind in der Mitte gegeneinander geöffnet. Mehrfächerig (Fig. 169 *D*) wird er dadurch, daß die hineinwachsenden Ränder sich in der Mitte berühren, ja selbst sich wieder zurück nach außen biegen; hierdurch werden die einzelnen Fächer vollständig voneinander getrennt; es kommen jedoch Fälle

vor, wo die Ränder der Karpelle an den oberen Theilen nicht so weit hineinwachsen, sondern dort die beiden Ränder jedes einzelnen Karpells sich aneinander schließen, so daß der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer ist, oben aber in eine Anzahl einzelner monomerer Fruchtknoten auseinandergeht (z. B. Saxifraga). In allen diesen Fällen kann die Blüthenachse im Innern der Fruchtknotenhöhlung emporwachsen und, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, mit dessen Scheidewänden verwachsen.

Auch in polymeren Fruchtknoten können durch Wucherung von der Fläche der Karpelle falsche Scheidewände entstehen; so ist der Fruchtknoten der Boragineen und Labiaten ursprünglich zweifächerig; jedes Fach wird aber durch je eine falsche Scheidewand in je zwei Klausen getheilt; bei der Fruchtreife trennen sich diese vier Partien vollständig von einander.

Wenn die Achse, wie gewöhnlich, gleichmäßig fortwächst, so ist das Gynäceum als das deren Scheitel nächste Gebilde auch der oberste Theil der Blüthe; es steht oberhalb der Insertion des Perigons und der Staubblätter (Fig. 170 *H*); der Fruchtknoten heißt dann oberständig (Germen superum), die Blüthe hypogyn oder unterweibig (z. B. Ranunculus,

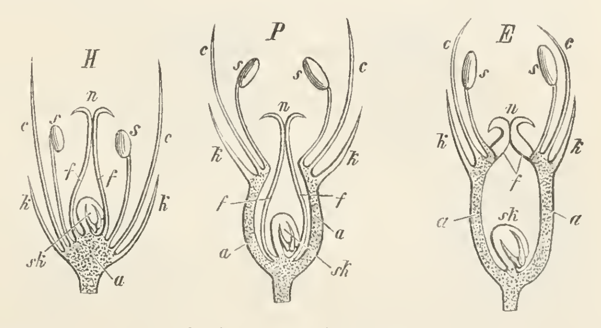


Fig. 170. Schematische Darstellung der hypogynen *H*, perigynen *P* und epigynen *E* Blüthe; es bedeutet überall *a* Achse, *k* Kelch, *c* Krone, *s* Staubblätter, *f* Fruchtblätter, *n* Narbe, *sk* Samenanlage.

Mohn, Lilie, Primula); in einer großen Anzahl von Blüthen aber werden Perigon und Andröceum von einem unteren Theil der Achse, welcher stärker wächst, auf einem ringförmigen Wall (Fig. 165 *P* und *E*, *a a*) emporgehoben, während der Scheitel der Achse in der Tiefe zurückbleibt. Hier sind wieder zwei Fälle möglich: entweder stehen die Fruchtblätter in der Tiefe der von der Achse gebildeten Höhlung (Fig. 170 *P*) und bilden einen (oder mehrere) Fruchtknoten, der nur äußerlich von der Achse umgeben wird, perigyne Blüthen, mittelständiger Fruchtknoten, z. B. Rose, Kirsche; oder die Fruchtblätter entspringen am oberen Rande der Höhlung, die von der Achse selbst gebildet wird, und schließen sie nur nach oben ab: epigyne Blüthen, unterständiger Fruchtknoten (G. inferum), z. B. Apfel, Kürbis, Doldengewächse (Fig. 170 *E*). Zwischen diesen Hauptformen giebt es mannigfache Übergänge.

Der unterständige Fruchtknoten epigyner Blüthen ist nur selten monomer, d. h. so, daß nur ein Fruchtblatt die von der Achse gebildete Höh-

lung bedeckt; gewöhnlich ist er polymer, dabei kann er einfächerig oder mehrfächerig sein, indem im letzteren Falle die Ränder der Karpelle an der inneren Wand der unterständigen Höhlung hinablaufen.

Der Griffel (Stylus) (Fig. 168 und 171 *g*) ist die schmälere Verlängerung der Karpelle nach oben; monomere Fruchtknoten tragen nur einen Griffel, polymere so viel als Karpelle vorhanden sind, die aber sowohl miteinander zu einem verwachsen und bisweilen oben frei, als auch ganz frei, selbst jeder einzelne wieder verzweigt sein können. Der Griffel steht ursprünglich auf der Spitze des Fruchtknotens; manchmal wird er durch stärkeres Wachsthum des Fruchtblattes auf der Rückenseite, an dessen Innenseite verschoben, am stärksten bei den Boragineen und Labiaten, wo er als Verlängerung der Blüthenachse erscheint und von den vier nach oben abgerundeten Theilen des Fruchtknotens umgeben wird (s. Fig. 288). Bisweilen bleibt der Griffel sehr kurz und erscheint dann nur als Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Narbe (z. B. Mohn). Selten ist er innen hohl, dagegen meistens von einem lockeren Gewebe durchzogen, durch das die Pollenschläuche leicht hindurchwachsen können.

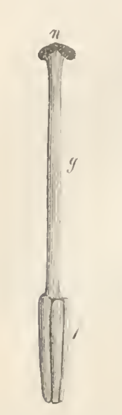


Fig. 171. Gynäceum der Lilie; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel. *n* Narbe (nat. Gr.).

Die Narbe (stigma) (Fig. 168 und 171 *n*) ist das oberste Ende des Fruchtblattes, ausgezeichnet durch die Bekleidung mit Papillen, oft auch mit Haaren, und durch die Ausscheidung klebriger Flüssigkeit, welche die darauf gelangten Pollenkörner festhält und zum Austreiben der Pollenschläuche veranlaßt. Oft ist die Narbe als lappige Ausbreitung vom Griffel scharf geschieden; bisweilen macht sie sich bloß als papillöser Theil des Griffels, sei es an dessen Ende oder Seite bemerkbar. Bei Papaver u. a. sitzt sie als scheibenförmige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten; seltener (Pleurogyne) läuft sie in Form papillöser Streifen auf dem Fruchtknoten selbst herab.

Die Samenanlagen sind immer in die Höhlung des Fruchtknotens eingeschlossen, bald nur eine, bald in geringerer oder größerer Anzahl. Sie sind meistens deutlich Anhangsgebilde der Fruchtblätter, karpellbürtig (Fig. 172 *A*, *B*, *C*, *E*), in manchen Fällen aber auch scheinbar besondere Organe, die in der Höhlung von der Blüthenachse entspringen, achsenbürtig. Durch vergleichende Betrachtung ergiebt sich jedoch, daß auch diese, die achsenbürtigen Samenanlagen, ursprünglich als Anhangsgebilde der Fruchtblätter zu deuten sind und ihre Stellung an der Achse nur mehr oder minder weitgehenden Verschiebungen, sowie Verwachsungen der Fruchtblätter mit der Achse zu verdanken haben. Der Theil der Fruchtblätter oder der Achse, welcher die Samenanlagen trägt, heißt Placenta (Fig. 169 *p*, 172 *q*).

Die karpellbürtigen Samenanlagen sind meistens randständig, d. h. die Placenta nimmt einen Theil oder den ganzen Längsrand des einzelnen Karpells ein und trägt eine Samenanlage oder eine (seltener mehrere)

Längsreihen (Fig. 169 *p*, 172 *A*, *q*, *E*). In polymeren Fruchtknoten erfahren die verwachsenen Ränder häufig eine bedeutende Verdickung (Fig. 172 *B*, *q*). Seltener sind die Samenanlagen flächenständig, d. h. sie entspringen aus der ganzen Innenfläche der Karpelle, wobei gewöhnlich der Mittelnerv frei bleibt (Fig. 172 *C*).

Die achsenbürtigen Samenanlagen entspringen bald einzeln am Grunde der Fruchtknotenhöhle (Fig. 160 und 170), theils neben dem Achsenscheitel (z. B. bei den Compositen, Fig. 172 *D*), theils auch in dessen Verlängerung (z. B. Piperaceen, Polygoneen, Fig. 172 *F*), bald auf einem besonderen Träger, einer aus der Achse in die Fruchtknotenhöhle emporwachsenden Placenta (z. B. bei den Primulaceen, Fig. 172 *G*).

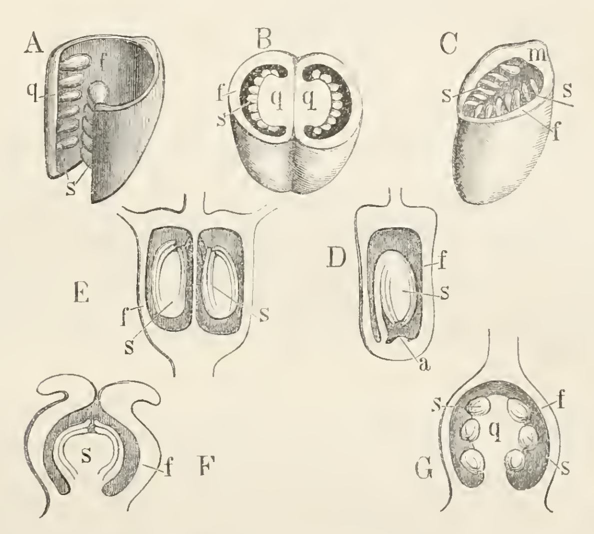


Fig. 172. Samenanlagen in verschiedener Stellung, schematisirt. *A* Carpell von Helleborus längs der Bauchnaht geöffnet, die Samenanlagen *s* an der randständigen Placenta *q*. *B* Fruchtknoten von Nicotiana quer durchschnitten. *f* Fruchtknotenwandung; *q* die aus den verwachsenen Karpellrändern gebildete mächtige Placenta. *C* Fruchtknoten von Butomus, quer durchschnitten. Die Samenanlagen *s* stehen an der ganzen Innenfläche des Karpells mit Ausnahme des Mittelnerven *m*. *D* Fruchtknoten einer Composite längs durchschnitten, *f* dessen Wandung; die Samenanlage *s* entspringt im Grunde neben dem Achsenscheitel *a*. *E* Fruchtknoten einer Umbellifere längs durchschnitten, in jedem Fach eine hängende Samenanlage *s* im oberen Winkel. *F* Fruchtknoten von Rheum längs durchschnitten; eine einzige Samenanlage *s* steht auf dem Ende der Blüthenachse. *G* Fruchtknoten einer Primulacee im Längsschnitt, die Samenanlagen *s* stehen auf einer besonderen Verlängerung der Blüthenachse *q*.

Die Form der Samenanlagen ist mannigfaltiger, als bei den Gymnospermen. Zunächst tritt in der Regel ein deutlicher Stiel, Funiculus, Nabelstrang genannt, hervor, mit welchem sie befestigt ist (Fig. 173 *f*); ferner sind vorherrschend zwei Integumente vorhanden, ein äußeres (Fig. 173 *ai*) und ein inneres (Fig. 173 *ii*). Nach der gegenseitigen Lage und Gestalt von Funiculus, Integumenten und Nucellus unterscheidet man:

1) gerade (atrope, orthotrope) Samenanlagen (Fig. 173 *A*), wenn der Nucellus gerade in der Verlängerung des meist kurzen Funiculus, somit die Mikropyle der Anheftungsstelle der Samenanlage gerade gegenüberliegt;

b) anatrope (umgewendete) Samenanlagen (Fig. 173 *B*), wenn der Nucellus sammt den Integumenten von seiner Basis an umgewendet und das Integument mit dem Funiculus der Länge nach an der sog. Naht (Rhaphe, Fig. 173 *B*, *r*) verwachsen ist. Die Mikropyle liegt hier nahe an der Anheftungsstelle der Samenanlage.

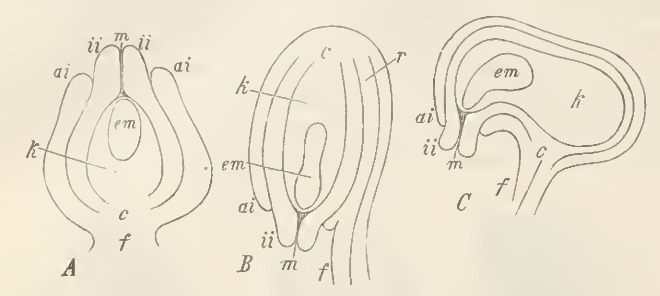


Fig. 173. Samenanlagen, schematisch. *A* gerade, *B* anatrop, *C* campylotrop; *f* Funiculus; *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *k* Kerngewebe, *em* Embryosack, *r* Rhaphe.

c) campylotrope (gekrümmte) Samenanlagen (Fig. 173 *C*), wenn der Nucellus sammt den Integumenten selbst gekrümmt ist.

Von diesen drei Formen ist die anatrope die häufigste; außerdem ist noch die Richtung zu beachten; die Samenanlage kann aufrecht (Fig. 172 *D*, *F*), hängend (Fig. 172 *E*), wagerecht (Fig. 172 *A*) oder schräg aufrecht (aufsteigend) sein.

Die Nektarien sind drüsige Sekretionsorgane, welche einen riechenden oder schmeckenden, meist süßen Saft ausscheiden, der von den Insekten aufgesucht wird. Sie sind kein besonderer Theil der Blüthe, sondern bilden sich an den übrigen Blattgebilden, so an der Basis der Staubblätter bei Rheum, als fleischige Polster auf den Karpellen bei den Umbelliferen, als Wucherung der Blüthenachse unter den Karpellen bei Citrus, Ruta. Wenn sie einen ringförmigen Wall oder ein Polster bilden, werden sie gewöhnlich als Discus bezeichnet (z. B. Rhamneen). Bisweilen werden jedoch einzelne Blattgebilde der Blüthe durch die Nektarienbildung ihrer eigentlichen Funktion ganz entfremdet und in ihrer Form erheblich verändert, so bei Gesneraceen eines der fünf Staubblätter, die Kronenblätter von Helleborus, Aquilegia, das eine von Viola u. a.

Stellungsverhältnisse und Zahl der Blüthentheile. Die Blattgebilde der Blüthe sind häufig ebenso, wie es in der vegetativen Region die Regel ist, spiralig angeordnet, und zwar am öftesten nach der Divergenz $^2/_5$; doch kommen besonders im Andröceum, wo zahlreiche schmale Blattgebilde an einer breiten Achse inserirt sind, auch höhere Divergenzen vor (z. B. Ranunculaceen). In den spiraligen oder acyklischen Blüthen findet man entweder keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Formationen: Kelch-, Kronen- und Staubblätter sind durch Zwischenformen ganz allmählich mit einander verbunden (z. B. Nymphaea), oder die Formationen sind scharf

voneinander getrennt, indem jede Formation einen oder mehrere ganze Cyklen einnimmt; in letzterem Falle sind, wenn die Divergenz konstant dieselbe ist, die Blätter der aufeinander folgenden Cyklen einander superponirt, so z. B. bei vielen Urticinen, wo Perigon und Staubblätter in einer kontinuirlichen Spirale nach $^2/_5$ angeordnet sind und jeder Formation je ein Cyklus der Spirale angehört; hier sind daher die fünf Staubblätter den fünf Perigonblättern superponirt.

Mit acyklischen Blüthen letzterer Art sind nun gewisse cyklische Blüthen d. h. solche, deren Blattgebilde in Quirlen angeordnet sind, sehr nahe verwandt, wie das Vorkommen dieser beiden Stellungsverhältnisse nicht bloß bei nahe verwandten Pflanzen, sondern sogar bei der gleichen Spezies beweist. Es sind dann nämlich statt der fünf Blätter des Cyklus der $^2/_5$ Stellung vier oder sechs Blätter vorhanden, die sich entsprechend, wie ja auch die Spirale innerhalb des $^2/_5$ Cyklus zweimal die Achse umläuft, in zwei alternirende Quirle von je zwei, beziehungsweise je drei Blättern ordnen. Da nun das gleiche im Andröceum der Fall ist, so resultirt eine Anordnung dieser beiden Formationen in vier regelmäßig alternirende zwei- oder dreigliedrige Quirle. Dabei können dann die beiden Quirle des Perigons als Kelch und Krone ausgebildet sein (einige Monocotyledonen) oder zusammen ein einfaches Perigon vorstellen (viele Monocotyledonen, wie Liliaceen u. a., viele Julifloren, Polygoneen).

In anderen cyklisch gebauten Blüthen finden wir alternirende fünfgliedrige Quirle, wobei ebenfalls meist zwei dem Perigon (Kelch und Krone) und zwei dem Andröceum angehören. Tritt hier statt der Fünfzahl die Vierzahl auf, so besteht gewöhnlich der viergliedrige Kelch streng genommen aus zwei zweigliedrigen Quirlen, mit denen die Krone im ganzen alternirt, d. h. gekreuzte Stellung zeigt. Wo das Perigon in Kelch und Krone gesondert ist und zwei gleichzählige Staubblattkreise vorhanden sind, heißt der dem Kelch superponirte Kreis episepal, der der Krone superponirte epipetal. — Andere nicht so häufige Stellungsverhältnisse sollen bei den betreffenden Pflanzen besprochen werden.

Solche cyklische Blüthen, welche aus lauter gleichzähligen alternirenden Quirlen bestehen, werden eucyklisch genannt; die Anzahl der Quirlglieder wird durch die Ausdrücke, di-, tri-, tetra-, pentamer u. s. w. angegeben; gleichzählige Quirle heißen isomer: hemicyklisch heißen diejenigen, die zum Theil (meist im Perigon) cyklisch, zum Theil spiralig (meist im Andröceum) gebaut sind. Die Quirle werden gewöhnlich als Kreise, Cyklen bezeichnet.

Man drückt solche Stellungsverhältnisse ähnlich, wie wir oben bei der Blattstellung im allgemeinen gesehen haben, am anschaulichsten in Diagrammen aus, in denen der Kelch zu äußerst, das Gynäceum als das oberste Gebilde (auch bei epigynen Blüthen) zu innerst aufgetragen wird, und die einzelnen Formationen durch Zeichen kenntlich gemacht werden, die an ihre Form erinnern; so zeichnet man an den Kelchblättern die Mittelrippe, an den Staubblättern die Antherenhälften.

Verzeichnet man im Diagramm die Verhältnisse, wie man sie an der

Blüthe findet, so erhält man das empirische Diagramm; zieht man jedoch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen und Vergleiche mit andern Pflanzen herbei, so findet man eine gewisse Übereinstimmung im Bau der Blüthen. Die Verschiedenheiten beruhen, abgesehen von der verschiedenen Form der Theile, in dem Fehlen eines oder des anderen Kreises, oder eines oder des anderen Blattes (Abortus, Fehlschlagen, Unterdrückung), seltener auch in der Vermehrung der Kreise und Glieder. Bezeichnet man die fehlenden (nicht sichtbaren, sondern durch Studium ergänzten) Glieder durch Punkte, so wird das Diagramm dem einer anderen Blüthe ganz ähnlich und man erhält so ein theoretisches Diagramm; hierdurch kommt man zur Aufstellung von Typen, welche einer großen Anzahl von Blüthen gemeinsam sind. So stellt z. B. das empirische Diagramm der Lilienblüthe (Fig. 174) zugleich den Typus für die Grasblüthe (Fig. 175) vor, in welcher gewisse Glieder fehlgeschlagen sind.



Fig. 174. Diagramm der Lilienblüthe.



Fig. 175. Diagramm der Grasblüthe.

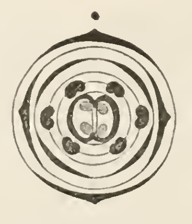


Fig. 176. Diagramm der Cruciferenblüthe; die medianen Staubblätter verdoppelt.



Fig. 177. Diagramm der Blüthe von Dictamnus: der obere Staubblattkreis (schraffirt) zwischen die Glieder des unteren eingerückt, dadurch auch die Stellung der Karpelle verschoben.

Unter den Vermehrungen ist besonders hervorzuheben die Verdoppelung (Fig. 176), nämlich die Anordnung, daß an Stelle eines Gliedes zwei auftreten; es kommt dies zu stande theils durch frühzeitige Verzweigung eines Gliedes, theils auch dadurch, daß zur Ausfüllung des Raumes statt eines Gliedes, das man erwarten sollte, deren zwei auftreten.

Als eine häufige Verschiebung soll hier noch erwähnt werden, daß die regelmäßige Alternation in eucyklischen (besonders vier- und fünfgliedrigen) Blüthen dadurch gestört werden kann, daß der innere Staubblattkreis, welcher normal den Kronenblättern superponirt ist und mit den Kelchblättern abwechselt, unter den äußeren herabrückt oder in diesen sich einschiebt (Fig. 177).

Wir haben bei Betrachtung der Stellungsverhältnisse bisher das Gynäceum unberücksichtigt gelassen, weil es gewöhnlich nicht so einfach an die vorhergehenden Kreise sich anschließt; sehr häufig sind die Fruchtblätter in geringerer Anzahl vorhanden, als die vorhergehenden Kreise Glieder enthalten; es lassen sich dann für deren Stellung keine allgemeinen Regeln angeben; ist das Gynäceum jedoch mit den Kreisen des Perigons und Andröceums gleichzählig (isomer), so alterniren meist die Fruchtblät-

ter mit dem innersten Kreis des Andröceums (die meisten Monocotyledonen, z. B. Fig. 174); wo jedoch die oben erwähnten Verschiebungen des Andröceums vorkommen, alterniren die Fruchtblätter bald mit dem thatsächlich inneren (Fig. 177), bald mit dem ursprünglich inneren Staubblattkreis.

Die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile lassen sich außer durch Diagramme auch durch Formeln ausdrücken, in denen ähnlich wie bei den Diagrammen der Übersichtlichkeit halber die Eigenthümlichkeiten der Ausbildung größtentheils unberücksichtigt bleiben. So entspricht z. B. dem Diagramm Fig. 174 die Formel: $P3 + 3, A3 + 3, G(\underline{3})$, wodurch gesagt ist, daß das Perigon (P) sowie das Andröceum (A) aus zwei, das Gynäceum (G) aus einem dreigliedrigen Kreise bestehen, welche sämmtlich miteinander alterniren. Superponirte Kreise werden durch einen dazwischengestellten Strich | kenntlich gemacht. Sind die Zahlenverhältnisse der einzelnen Kreise variabel, so wird statt der Zahl n gesetzt. So ist z. B. $Pn + n$, $An + n$, Gn die theoretische Formel für die meisten Monocotylen. Das Fehlen der Kreise wird durch die Ziffer 0 ausgedrückt, das einzelner Glieder durch die Anzahl der wirklich vorhandenen angedeutet. So ist z. B. die Formel der Grasblüthe (Fig. 175) folgende: $P0 + 2, A3 + 0, G(\underline{2})$. Durch die Klammer (in den hier bereits erwähnten Formeln bei G) wird angedeutet, dass die betreffenden Blattgebilde (hier die Fruchtblätter) miteinander verwachsen sind. Ober- oder unterständiger Fruchtknoten wird durch einen Strich unter oder über der betreffenden Zahl bezeichnet; Verdoppelung durch den Exponenten 2, z. B. dem Diagramm Fig. 176 entspricht die Formel: $K2 + 2, C \times 4, A2 + 2^2\, G(\underline{2})$; hier ist das Perigon in Kelch (K) und Krone (C) gesondert; das $\times$ bei C bedeutet, daß die vier Kronenblätter sich mit den vier Kelchblättern als Ganzem kreuzen. Staminodien können durch ein vorgesetztes † kenntlich gemacht werden; die Stellung der Fruchtblätter bei den oben erwähnten Verschiebungen im Andröceum wird durch einen vorgesetzten | als den Kronenblättern superponirt gekennzeichnet.

Schließlich ist auch die Stellung der Blüthentheile zu den vorausgehenden Blattgebilden zu berücksichtigen; es geschieht dies am leichtesten bei seitlichen Blüthen, d. h. solchen, deren Achse außer den eigentlichen Blattgebilden der Blüthe und den Vorblättern keine anderen Blattgebilde trägt; deren Blüthenstiel entspringt in der Achsel eines Deckblattes oder Tragblattes. Eine Ebene, welche durch die Blüthe so gelegt wird, daß sie die Abstammungsachse und die Mediane des Deckblattes in sich aufnimmt, heißt der Medianschnitt der Blüthe; die dazu rechtwinklige, die Blüthe halbirende: Lateralschnitt, eine zwischen diesen verlaufende: Diagonale. Diese Ausdrücke gelten auch, um die Stellung von Blüthentheilen zu bezeichnen; so sagt man von der Cruciferenblüthe Fig. 176, der äußere Kelchquirl steht median, die Fruchtblätter lateral, die Krone diagonal; es ist in diesen Diagrammen überall der Querschnitt der Abstammungsachse durch einen oben stehenden Punkt angedeutet, das stets diesem gegenüber, also unten zu denkende Tragblatt weggelassen; die Richtung gegen die

Abstammungsachse wird als hinten, die gegen das Deckblatt als vorne bezeichnet.

Viele Blüthen haben nur ein Vorblatt (die meisten Monocotyledonen); dieses steht fast immer dem Deckblatt gegenüber, also hinter der Blüthe; aus einleuchtenden Gründen der Symmetrie steht dann ein Blatt des dreizähligen Kelches (und zwar bei spiraligem Bau das erste) nach vorne.

Sind zwei seitliche Vorblätter (gewöhnlich mit α und β bezeichnet) vorhanden, wie bei den meisten Dicotyledonen, so stehen zweizählige Quirle des Kelches damit gekreuzt, bei dreizähligem und fünfzähligem Kelch (sowohl quirlig als spiralig gebautem) fällt meistens ein Kelchblatt median nach hinten. —

Die Symmetrie der Blüthe ist in derselben Weise, wie wir oben S. 2 für die Pflanzentheile im allgemeinen kennen gelernt haben, von dreierlei Art; es ist nur zu bemerken, daß für Blüthen, deren Blattgebilde quirlig angeordnet sind, wirkliche Symmetrie vorhanden ist, und für diese die Ausdrücke multilateral, bilateral, dorsiventral ersetzt werden können durch die Bezeichnungen: polysymmetrisch, zweifach symmetrisch, monosymmetrisch. Um nun die auf verschiedenen Seiten gleiche oder ungleiche Ausbildung, Gestalt der Blüthentheile zu bezeichnen, hat man schon seit längerer Zeit Ausdrücke eingeführt, welche wir beibehalten wollen. Eine monosymmetrische Blüthe oder allgemein eine Blüthe, welche nur durch einen einzigen Schnitt in zwei nicht wesentlich verschiedene Hälften getheilt werden kann (z. B. Fig. 178), heißt zygomorph (in älteren Werken unregelmäßig genannt); sind aber mehrere in gleicher Weise annähernd oder wirklich symmetrisch theilende Schnitte möglich, so heißt die Blüthe aktinomorph, regelmäßig. Unregelmäßig oder asymmetrisch nennen wir eine Blüthe nur dann, wenn sie in gar keiner Weise symmetrisch getheilt werden kann (z. B. Canna). In zygomorphen Blüthen ist der symmetrisch theilende Schnitt zumeist der Medianschnitt, nur selten der Lateralschnitt (z. B. Corydalis) oder ein diagonaler Schnitt (z. B. Aesculus). Zweifach symmetrische Blüthen (z. B. Dielytra) werden den zygomorphen zugezählt. Wie erwähnt, beziehen sich diese Ausdrücke auf die fertige Gestalt der Blüthe; es kommt sehr häufig vor, daß eine Blüthe der Anlage und Stellung der Blätter nach multilateral ist und sich zygomorph ausbildet; es kann aber auch schon die Stellung an der Blüthenachse mehr oder minder dorsiventral sein, Verhält-



Fig. 178. Blüthe von Heracleum mit zygomorpher Corolle (vergr.) (nach *Sachs*).

nisse, die sich aus dem Vergleich des Diagrammes mit der Gestalt der Blüthe ergeben; die Stellung und Zahl der Fruchtblätter wird bei Beurtheilung der Symmetrie gewöhnlich nicht mit in Betracht gezogen.

Will man die Symmetrieverhältnisse in den Formeln (s. oben S. 209) mit ausdrücken, so bezeichnet ↓ medianzygomorph, → lateralzygomorph, während aktinomorphe Blüthen ohne weitere Bezeichnung bleiben.

Pelorien heißen solche aktinomorphe Blüthen, welche sich an Pflanzen, deren Blüthen normal zygomorph ausgebildet sind, abnormer Weise vorfinden, besonders häufig am Ende von Infloreszenzachsen, deren Seitenblüthen zygomorph sind.

Die Bestäubung. Zur Einleitung der Befruchtung muß, wie bereits erwähnt, der Pollen auf die Narbe gelangen; bei einer Anzahl von hermaphroditen Blüthen und zwar bei kleinen, unscheinbaren, gelangt der Pollen aus den Antheren der gleichen Blüthe auf die Narbe durch sehr einfache Mittel, indem der Pollen bald auf die tiefer stehende Narbe herabfällt, bald durch benachbarte Stellung der beiden Organe beim Öffnen der Anthere in unmittelbare Berührung mit der Narbe gelangt. In diesen Fällen übt der Pollen der eigenen Blüthe vollkommen befruchtende Wirkung aus. — Bei diklinischen Blüthen ist es selbstverständlich, daß der Pollen aus fremden Blüthen auf die Narbe kommen muß; es ist aber eine Anzahl von Pflanzen mit hermaphroditen Blüthen bekannt, in welchen gewöhnlich eine Übertragung des Pollens aus anderen Blüthen, Fremdbestäubung, stattfindet. Diese Rolle der Übertragung wird für manche unscheinbare Blüthen, z. B. von Getreidearten, vom Winde übernommen, für diejenigen Blüthen aber, welche durch Größe, Farbe, Geruch, reiche Honigabsonderung sich auszeichnen, besorgen die Insekten, welche des Honigs halber, sowie um den Pollen als Nahrungsmittel für sich zu sammeln, die Blumen aufsuchen, die Übertragung. In einigen dieser Fälle ist es konstatirt, daß nur der Pollen fremder Blüthen befruchtende Wirkung ausübt, daß der eigene Pollen der Blüthe unfruchtbar, selbst geradezu schädlich ist, folglich Fremdbestäubung nothwendig ist; in anderen Fällen ist der eigene Pollen zwar nicht unfruchtbar, aber doch in geringerem Grade befruchtungsfähig als der fremde; hier ist also Fremdbestäubung vortheilhaft; in noch anderen Fällen endlich ist die befruchtende Wirkung des eigenen Pollens ebenso groß, als die des fremden, und es liegt hier also der Vortheil der Fremdbestäubung offenbar nur in der kräftigeren Nachkommenschaft, welche durch die Vermischung verschiedener Individuen entsteht.

In solchen Blüthen, für welche Fremdbestäubung nothwendig oder nützlich ist, sind nun Einrichtungen der mannigfaltigsten Art getroffen, einerseits um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu beschränken, andrerseits um die Fremdbestäubung zu ermöglichen; endlich auch, um im Falle des Ausbleibens der Fremdbestäubung schließlich noch Selbstbestäubung zu bewirken; letzteres natürlich nur da, wo der eigene Pollen befruchtungsfähig ist; es leuchtet ja ein, daß eine, wenn auch nicht sehr ausgiebige Befruchtung mit eigenem Pollen immer noch nützlicher ist, als gar keine.

Unter den Einrichtungen, welche die Selbstbestäubung verhindern, ist die einfachste die, daß vermöge der gegenseitigen Stellung von Antheren und Narbe der Pollen nicht auf die Narbe der gleichen Blüthe von selbst gelangen kann (z. B. Aristolochia, Fig. 179); oder aber in einer Anzahl von Blüthen verkümmern die männlichen, in anderen die weiblichen Organe, d. h. sie sind wohl vorhanden, aber nicht funktionsfähig; es ist dies eine Annäherung an Diklinie, z. B. bei der Feuerlilie, in der man gewöhnlich in den einen Blüthen die Fruchtknoten, in den andern die Antheren verkümmert findet; drittens sehr häufig ist die Dichogamie, d. h. die Einrichtung, daß beiderlei Organe sich ungleichzeitig entwickeln; die Blüthen sind dann entweder protandrisch, d. h. die Staubblätter jeder Blüthe entwickeln sich zuerst und haben den Pollen schon entleert, wenn die Narbe der gleichen Blüthe fähig wird Pollen aufzunehmen; oder protogyn, d. h. die Narben entwickeln sich schon, bevor die Antheren der gleichen Blüthe den Pollen entlassen; in letzterem Falle ist natürlich Selbstbestäubung nur dann ausgeschlossen, wenn die Narbe während des Verstäubens schon abgewelkt ist; es giebt aber auch protogyne Blüthen, in denen die Narbe lange Zeit frisch bleibt, also doch durch eigenen Pollen bestäubt werden kann.

Unter den Einrichtungen, welche die Fremdbestäubung durch Insekten ermöglichen, sind zunächst die Anlockungsmittel der Blüthen für die Insekten, als lebhafte Farben, Geruch, reiche Honigabsonderung zu erwähnen; viele Farbenzeichnungen erfüllen die Aufgabe, den Insekten den Zugang zum Honig bemerkbar zu machen. Die Form der Blüthen, die Lage des Honigs, die Stellung und Richtung der Staubblätter zu den übrigen Blüthentheilen, besonders den Narben, die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwickelung der Blüthentheile, alle diese Umstände wirken in den mannigfaltigsten Kombinationen zusammen, um die Fremdbestäubung zu sichern, sowie auch bisweilen, um nur bestimmten Insekten, z. B. Schmetterlingen mit langen Rüsseln den Zugang zu gestatten. Freilich giebt es auch Fälle, wo die Insekten gelegentlich auch Pollen der eigenen Blüthe mit der Narbe in Berührung bringen.

Als einer ziemlich einfachen Erscheinung sei hier besonders der Heterostylie (Dimorphismus) gedacht, welche z. B. bei den Schlüsselblumen, Pulmonarien u. a. vorkommt. Diese Pflanzen haben zweierlei Blüthen; in den einen sind die Staubblätter kurz und die Griffel viel länger, so daß die Narbe oberhalb der Antheren steht; in den anderen stehen umgekehrt die Antheren auf langen Staubblättern über der Narbe, und zwar so, daß die Antheren in der einen Blüthenform auf derselben Höhe stehen, wie die Narben der anderen (s. Fig. 278). Da nun durch die Lage der Nektarien und die Form der übrigen Blüthentheile ein die Blüthe besuchendes Insekt genöthigt wird, bei jedem Besuche die gleiche Stellung einzunehmen, so streift es mit demselben Körpertheil, mit dem es in der ersten Blüthe die Antheren berührt und Pollen hinweggenommen hat, in der folgenden die Narbe und legt den an ihm hängen gebliebenen Pollen ab. Versuche mittelst künstlicher Übertragung des Pollens haben nun gezeigt, daß dann die ausgiebigste Befruchtung eintritt, wenn die auf gleicher Höhe stehenden

Organe zusammenwirken. Das Gleiche gilt von den trimorphen Pflanzen, z. B. Oxalis, wo zweierlei Blüthen mit drei verschiedenen Längen des Griffels und der beiden Staubblattkreise vorkommen.

Als Beispiele komplizirter Einrichtungen zum Zweck der Fremdbestäubung mögen hier Aristolochia und Epipactis, eine Orchidee, beschrieben werden.

Die Blüthe von Aristolochia Clematitis (Fig. 179) ist protogyn; die Insekten können durch die Röhre des Perigons (Fig. 179 *r*), welche mit abwärts gekehrten Haaren ausgekleidet ist, ungehindert eintreten und auf

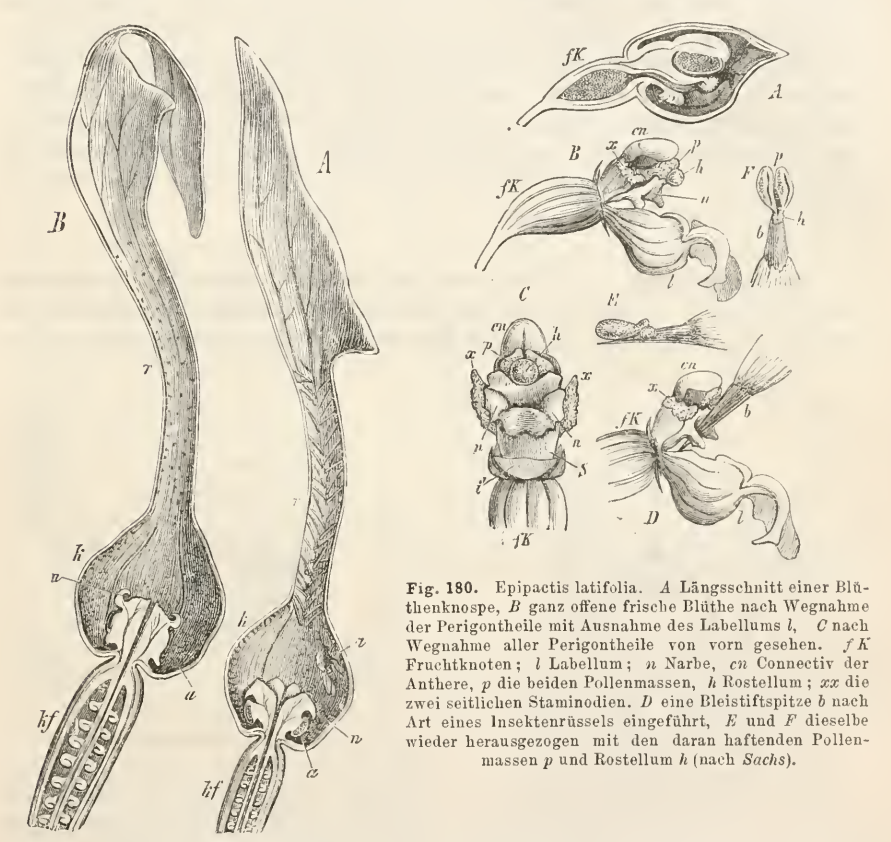


Fig. 180. Epipactis latifolia. *A* Längsschnitt einer Blüthenknospe, *B* ganz offene frische Blüthe nach Wegnahme der Perigontheile mit Ausnahme des Labellums *l*, *C* nach Wegnahme aller Perigontheile von vorn gesehen. *fK* Fruchtknoten; *l* Labellum; *n* Narbe, *cn* Connectiv der Anthere, *p* die beiden Pollenmassen, *h* Rostellum; *xx* die zwei seitlichen Staminodien. *D* eine Bleistiftspitze *b* nach Art eines Insektenrüssels eingeführt, *E* und *F* dieselbe wieder herausgezogen mit den daran haftenden Pollenmassen *p* und Rostellum *h* (nach *Sachs*).

Fig. 179. Blüthe von Aristolochia. *A* vor, *B* nach der Befruchtung; *r* Röhre des Perigons, *k* Kessel desselben, *n* Narbe, *a* Antheren, *l* ein Insekt; *kf* Fruchtknoten (nach *Sachs*).

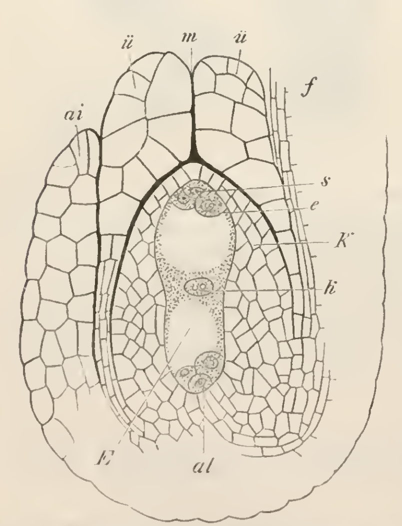
der Narbe den mitgebrachten Pollen abstreifen; die Haare der Röhre verwehren ihnen aber den Ausgang. Wenn die Narbe bestäubt ist, schlagen sich deren Lappen (Fig. 179 *A* und *B*, *n*) nach oben und machen so die sich öffnenden Antheren zugänglich; das Thier (Fig. 179 *l*), welches fortwährend Versuche macht, dem Gefängnis zu entkommen, kriecht nach unten, wo sich ihm der ausfallende Pollen anhängt; um diese Zeit schrumpfen die

Haare der Röhre und das Insekt kann, mit Pollen beladen, entweichen, um denselben trotz der gemachten Erfahrung in eine zweite Blüthe zu tragen.

Die eben befruchtungsfähig gewordenen Blüthen sind aufrecht und die Röhre des Perigons ist oben geöffnet, so daß das Insekt ungehindert eintreten kann; nach der Befruchtung aber neigt sich der Stiel abwärts und die Röhre wird durch den großen Lappen des Perigons geschlossen, so daß also die Insekten nicht in die Lage kommen, bereits befruchtete Blüthen zu besuchen.

In der Blüthe von Epipactis sitzt die Anthere über der Narbe und entläßt nicht einzelne Pollenkörner, sondern die ganzen Pollensäcke werden bei Berührung eines klebrigen Theils der Narbenfläche (des Rostellum *h*, Fig. 180) sammt diesem hinweggenommen. Das Insekt kriecht in die Blüthe, um den in der Höhlung des einen Perigonblattes (des Labellum *l*, Fig. 180), abgesonderten Nektar zu holen, und zieht beim Herauskriechen das Rostellum sammt den Pollenmassen hinweg, ähnlich wie die Bleistiftspitze *b* in Fig. 180, trägt es mit sich fort und setzt es in der nächsten Blüthe an die Narbe ab.

Die Befruchtung. Auf der Narbe angelangt, treiben die Pollenkörner Pollenschläuche, welche durch das Gewebe des Griffels hindurch in die Fruchtknotenhöhle und durch die Mikropyle je einer Samenanlage bis an



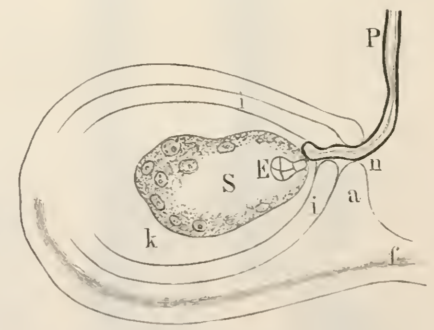


Fig. 182. Schematische Darstellung einer Samenanlage, kurz nach der Befruchtung; *a* äußeres und *i* inneres Integument, *f* Funiculus, *k* Nucellus, *S* Embryosack, darin der aus der befruchteten Eizelle entstandene Embryo *E*, sowie das durch freie Zellbildung entstehende Endosperm. *P* Pollenschlauch, der durch die Mikropyle *n* eingedrungen war.

Fig. 181. Längsschnitt durch eine Samenanlage von Lilium bulbiferum vor der Befruchtung (70); *f* Funiculus, *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *K* das Kerngewebe, *E* der Embryosack, *k* dessen Zellkern, *at* die Antipoden, *e* die Eizelle, *s* die beiden Synergiden.

deren Kern hinwachsen (Fig. 182 *P*, *n*). Die Zeit, welche der Pollenschlauch hiezu braucht, hängt theils von der Länge dieses Wegs, theils auch von spezifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze ab; so braucht der Pollen-

schlauch von Crocus, um den etwa 5—10 cm langen Griffel zu durchsetzen, nur einen bis drei Tage, während er bei Orchideen, wo er einen Weg von kaum 2—3 mm zu durchsetzen hat, mehrere Tage, selbst Wochen und Monate braucht; ja hier bilden sich inzwischen erst die Samenanlagen im Fruchtknoten aus.

Der Embryosack liegt bei den Angiospermen immer am vorderen Ende des Kerngewebes, ja wächst manchmal selbst in die Mikropyle hinein. Er enthält, außer einem Zellkern, in der Regel sechs durch freie Zellbildung entstandene Zellen, wovon drei, die Antipoden (Fig. 181 *at*), im hinteren Ende, drei im vorderen Ende liegen; von letzteren ist eine die zu befruchtende Eizelle (Fig. 181 *e*), die beiden anderen die Synergiden (Fig. 181 *s*), durch welche die aus dem Pollenschlauch übertretenden befruchtenden Stoffe hindurchwandern. In Folge der Befruchtung umgiebt sich die Eizelle mit einer Membran und wächst zu einem meist kurzen Embryoträger aus, an dessen unterem Ende sich der Embryo heranbildet (Fig. 182 *E*). Unterdessen erfüllt sich der übrige Raum mit Endosperm (Fig. 182), welches meist durch freie Zellbildung unter wiederholter Theilung des Kerns (Fig. 181 *k*) des Embryosacks, in mehreren Fällen jedoch durch Theilung des Embryosacks entsteht.

In diesem Endosperm werden Nahrungsstoffe abgelagert, welche vom Keimpflänzchen in der ersten Zeit seiner Weiterentwickelung, bei der Keimung verbraucht werden. In vielen Samen wird aber das Endosperm durch den sich ausbildenden Embryo ganz oder größtentheils wieder aufgesogen; die Nahrungsstoffe werden dann bald in dem sich vermehrenden Gewebe des Kerngewebes (z. B. Canna, Pfeffer Fig. 183 *B*, *P*), dem Perisperm, bald aber auch im Keim selbst, in dessen dann mächtig heranwachsenden Cotyledonen abgelagert (z. B. Bohne, Roßkastanie, Mandel, Fig. 183 *C*).

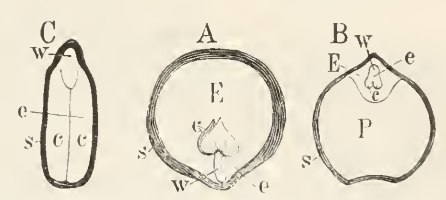


Fig. 183. Durchschnitte reifer Samen, *A* mit Endosperm *E* von Strychnos Nux vomica, *B* mit Endosperm *E* und Perisperm *P*, von Piper, *C* ohne Endosperm, der Mandel, *s* Samenschale, *e* der Embryo, *w* dessen Würzelchen, *cc* dessen Cotyledonen.

Die Frucht. Die Folgen der Befruchtung äußern sich nicht bloß darin, daß die Eizelle zum Embryo und die Samenanlage zum Samen wird, sondern erstrecken sich auf das ganze Gynäceum, bisweilen auch noch auf andere Blüthentheile. Als Frucht im strengen Sinne bezeichnet man dasjenige, was infolge der Befruchtung aus dem Fruchtknoten wird, es ist sonach die Bildung eines Embryos und Samens in der Regel Bedingung der Ausbildung einer Frucht; doch giebt es bekanntlich taube Samen ohne Embryonen, ebenso taube Früchte, welche nur taube Samen enthalten; daß Früchte sich ausbilden, ohne daß überhaupt Samen gebildet werden, kommt nur selten vor, so bei einer kernlosen Sorte von Weintrauben. — In manchen mehrfächerigen Fruchtknoten wird nur ein Fach weiter ausge-

bildet, welches allein Samen enthält (z. B. Valeriana, Eichel, Linde), die übrigen schlagen fehl.

Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung echter Früchte zur Fruchtschale, Perikarpium: dasselbe läßt im allgemeinen drei Gewebeschichten unterscheiden, zu äußerst das Epikarp, in der Mitte das Mesokarp und zu innerst das Endokarp.

Enthält eine Blüthe mehrere getrennte Fruchtknoten, so wird, bei vollständig erfolgender Befruchtung, jeder derselben zu einer Frucht: es gehen sonach mehrere Einzelfrüchte aus einer Blüthe hervor; es ist aber zweckmäßig, die aus einer Blüthe, einem Gynäceum hervorgehenden Früchte zusammenzufassen unter dem Begriff Sammelfrucht, Synkarpium; eine solche Sammelfrucht ist z. B. die Himbeere, wo die einzelnen Fruchtknoten fleischig werden; der Sternanis (Fig. 184): die einzelnen Früchte können sich in verschiedener Weise ausbilden, wie dies unten für die echten Früchte überhaupt gezeigt werden soll.



Fig. 184. Sammelfrucht von Illicium anisatum (Sternanis), *st* Blüthenstiel, *ff* die einzelnen Früchte, mit je einem Samen *s*, zusammen ein Synkarpium bildend.

Vorher ist aber noch darauf aufmerksam zu machen, daß sich an der Bildung des nach der Befruchtung sich entwickelnden, die Samen einschließenden Organs, der im gewöhnlichen Leben sogenannten Frucht, auch noch andere Blüthentheile betheiligen können; so kommen die sog. Scheinfrüchte zu stande. Eine solche Scheinfrucht ist z. B. die Erdbeere, an welcher der Blüthenboden, also die Achse fleischig wird, heranwächst, und die einzelnen einfächerigen Früchte in Form harter Körnchen einschließt. Ein Beispiel einer anderen Scheinfrucht ist die Feige (s. unten Fig. 226), nämlich ein fleischiger Blüthenstand, d. h. eine Achse, welche zahlreiche einzelne Blüthen trägt; diese sitzen in der Höhlung der Feige und die einzelnen Früchte erscheinen als harte Körnchen. — In anderen Fällen betheiligt sich an der Bildung einer Scheinfrucht eine aus Blättern gebildete Hülle (Cupula), welche erst nach der Befruchtung heranwächst und entweder eine einzelne Frucht, wenigstens theilweise, einschließt (z. B. der Napf an der Eichel, s. unten Fig. 220) oder mehrere einzelne Früchte (z. B. die haarige, vierklappig aufspringende Hülle der Buchenfrucht, die stachelige Hülle der echten Kastanie).

Bei der Eintheilung der verschiedenen Fruchtformen ist sowohl auf den Bau des Fruchtknotens, als auf die Veränderungen desselben bis zur Fruchtreife, insbesondere darauf Rücksicht zu nehmen, ob aus der Frucht nur die Samen entleert werden, oder ob die Frucht als Ganzes oder theilweise sich von der Mutterpflanze loslöst und die Samen umschließt. Sonach erhalten wir folgende Übersicht:

A. Die Samen werden aus der Frucht frei, besitzen eine stark entwickelte Samenschale.

I. Springfrüchte. Die mit herannahender Reife vertrocknende,

oder wenigstens an Saftgehalt nicht zunehmende Fruchtwandung springt auf und entläßt die Samen; das Aufspringen erfolgt meistens

a) der Länge nach; nach der näheren Modalität des Aufspringens und dem Bau des Fruchtknotens unterscheidet man:

1) die Balgfrucht (Folliculus) besteht aus einem Karpell, welches längs der Bauchnaht aufspringt und dort auch die Samen trägt, z. B. die Einzelfrüchte von Spiraea, Paeonia, Illicium (Fig. 184 *f*).

2) die Hülse (Legumen) besteht ebenfalls aus nur einem Karpell, das aber sowohl an der Bauchnaht als am Rücken aufspringt (Fig. 186 *A*), z. B. Wicke, Erbse, Bohne, überhaupt die meisten Leguminosen, hier und da ist eine falsche Scheidewand vorhanden.

3) die Schote (Siliqua) besteht aus zwei Karpellen, welche einen zweifächerigen Fruchtknoten bilden; die beiden Karpelle lösen sich bei der Reife von der Basis an als sog. Klappen voneinander und von der auf dem Blüthenstiel stehen bleibenden Scheidewand, z. B. Raps, Senf, überhaupt die meisten Cruciferen (Fig. 186 *C*).

4) Die Kapsel (Capsula) entsteht aus einem polymeren ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten und zerspaltet in zwei oder mehr Klappen, die vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen (Fig. 186 *B*). Werden dabei die Karpelle voneinander getrennt, also bei mehrfächerigen Fruchtknoten die Scheidewände gespalten (Fig. 185 *A*), so heißt die Art des Aufspringens wandspaltig (Dehiscentia septicida, Fig. 185 *A*); wird dagegen jedes Karpell in seiner Mitte gespalten, so heißt das Aufspringen klappenspaltig (D. loculicida, Fig. 185 *B*); bei mehrfächerigen Fruchtknoten können auch die Scheidewände in der Mitte zu einer Säule vereinigt bleiben und sich von den Klappen trennen; tritt dies in Verbindung mit der septiciden Dehiscenz ein, so heißt diese septifrag (Fig. 185 *C*).

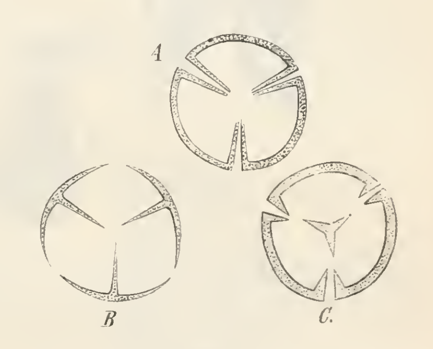


Fig. 185. Schematische Querschnitte aufgesprungener Kapseln; *A* septicide, *B* loculicide, *C* septifrage Dehiszenz.

b) Der Quere nach öffnet sich das sogenannte Pyxidium z. B. von Plantago, Anagallis, Hyoscyamus (Fig. 186 *E*); es fällt die obere Kappe der Fruchtwand wie ein Deckel ab.

c) Die Porenkapsel, z. B. Mohn (Fig. 186 *D*), entläßt die Samen durch kleine Löcher, welche durch Ablösung kleiner Stücke an bestimmten Stellen der Fruchtwand entstehen.

II. Als Bruchfrüchte kann man diejenigen mehrsamigen Früchte mit trockenem Perikarp zusammenfassen, welche zwar zur Reifezeit die Samen einschließen und als Ganzes sich von der Pflanze loslösen, welche aber doch eine nachträgliche unregelmäßige Zertrümmerung erfahren, so daß die Samen wenigstens bis zur Keimung frei werden; so die nicht auf-

springenden »Hülsen« von Gleditschia, Ceratonia, die Früchte gewisser Sorten von Mohn und Lein.

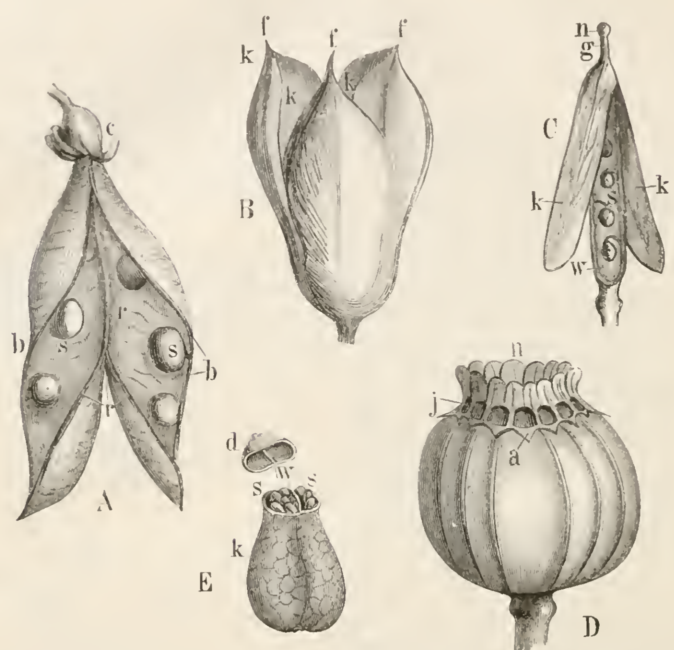


Fig. 186. Trockene Springfrüchte. *A* Hülse der Erbse, *r* Rücken, *b* Bauchnaht, *c* Kelch, *s* die Samen. *B* septicide Kapsel der Herbstzeitlose, *fff* die drei sich trennenden Fruchtblätter. *C* Schote von Brassica; *kk* die Klappen, *w* die Scheidewand mit den Samen *s*; *g* Griffel, *n* Narbe. *D* Porenkapsel des Mohns, Papaver somniferum; *n* Narbe, *j* die Poren, entstanden durch Zurückschlagen der Stücke *a*. *E* Pyxidium von Hyoscyamus, *d* der abspringende Deckel, *w* die Scheidewand, *s* die Samen.

III. Die Beerenfrucht (Bacca); die Fruchtwandung wird saftig, ihre Zellen füllen sich speziell für den Reifezustand mit meist zuckerhaltigem Safte; in dem weichen Fruchtfleische liegen die hartschaligen Samen, welche somit nach Zerstörung des Fruchtfleisches frei sind. Das Epikarp bildet bald eine zarte Umhüllung der Beere, so z. B. bei den Johannisbeeren, Weintrauben, bald eine lederartige Schale, so bei den Citronen und Orangen, ja kann selbst holzig werden bei den Kürbisfrüchten. Eine andere Modifikation bildet die Apfelfrucht, bei der die Auskleidung der Fruchtfächer, das Endokarp, von etwas derberer Konsistenz ist.

B. Die Samen werden bis zur Keimung von der ganzen Fruchtwandung oder wenigstens einzelnen Theilen derselben umschlossen, und besitzen eine nur schwach entwickelte Samenschale.

IV. Die Schließfrüchte besitzen ein vollständig trockenes Perikarp, von bald durchaus holziger, bald nur lederartiger Beschaffenheit: die Schließfrucht entsteht entweder

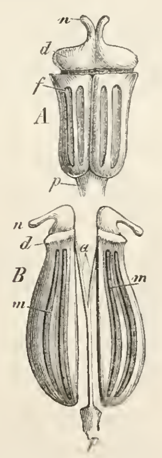
a) aus einem ganzen Fruchtknoten, der entweder nur eine einzige Samenanlage enthielt (z. B. Polygoneen), oder in welchem regelmäßig nur

eine Samenanlage befruchtet wird, während die anderen verkümmern, z. B. die Haselnuß, Eichel. Je nach der Beschaffenheit des Perikarps pflegt man zu unterscheiden die Nuß (Nux) mit holzigem Perikarp, z. B. die Haselnuß (aber nicht die Wallnuß, s. unten), und das Nüßchen (Caryopse, Achaenium) mit dünnerem, lederartigem Perikarp, z. B. die Eichel, echte Kastanie, die Frucht der Buche, der Gräser und Getreidearten u. s. w., oder

b) die einsamige Schließfrucht entsteht durch Theilung eines mehrsamigen Fruchtknotens in einsamige Theilfrüchte, Merikarpien; diese Theilung erfolgt

α) der Länge nach, so bei den Doldengewächsen (Fig. 187), den Ahornen, Malvaceen, Labiaten, Boragineen, bei Erodium u. a.; die ganze Frucht läßt sich auch vergleichen mit einer septiciden Kapsel, bei welcher die Klappen sich nicht nach innen öffnen, sondern die Samen völlig umschließen;

oder β) der Quere nach, hierher gehört die Gliederhülse von Hedysarum, Hippocrepis und anderen Papilionaceen, welche im Bau mit einer Hülse übereinstimmt, aber nicht der Länge nach aufspringt, sondern in so viele einsamige Querglieder zerfällt, als Samen hintereinander liegen; analog verhält sich die Gliederschote von Raphanus und anderen Cruciferen.



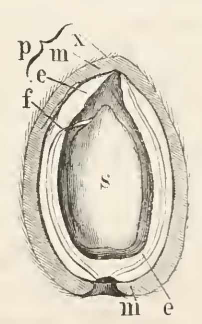


Fig. 188. Längsschuitt der Steinfrucht des Mandelbaums; *s* der Same befestigt am Funiculus *f*; *e* das harte Endokarp, *m* das Mesokarp, *x* das Epikarp, zusammen das Perikarp *p* bildend.

Fig. 187. Carum Carvi, eine Umbellifere, *A* Fruchtknoten der Blüthe (*f*); *B* reife Frucht, die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet einen Halter, Carpophorum (*a*).

V. Die Steinfrucht (Drupa) bildet ihr Endokarp sklerenchymatisch aus zu einem Steinkern (Fig. 188 *e*), welcher den Samen bis zur Keimung umschließt; das Mesokarp ist sehr saftreich, z. B. bei den Kirschen und Pflaumen, minder saftig bei der Mandel, Wallnuß; oder auch trocken, wie bei der Cocosnuß, welche diese Form mit den Schließfrüchten verknüpft.

Daran schließt sich auch, vergleichbar mit den Theilfrüchten, der Steinapfel, z. B. von Crataegus; hier wird jedes Fach des Fruchtknotens zu einem Steinkerne, deren sonach mehrere in einer Frucht sich befinden und durch Zerstörung des fleischigen Mesokarps frei werden.

Die Ausbildung der Früchte und Samen zeigt verschiedene Anpassungserscheinungen, welche der möglichst leichten und weiten Verbreitung dienen. So werden die saftigen Früchte, die Beeren und Steinfrüchte, von Thieren, insbesondere Vögeln verzehrt, die hartschaligen Samen und Steinkerne aber unverdaut abgegeben; so finden sich bald flügelartige Ausbreitungen und Anhängsel, welche einer Fortbewegung durch den Wind förderlich sind, Haarschöpfe, Federkronen, welche insbesondere ein Aufsteigen bei trockener, ruhiger Luft, ein Niederfallen bei feuchter Luft bewirken, ferner borsten- oder hakenförmige Anhängsel, durch welche die Früchte oder Samen am Fell oder Gefieder der Thiere festgehalten und dadurch verschleppt werden. Je nachdem der Same von der Pflanze sich loslöst oder die ganze Frucht oder Theilfrüchte, welche die Samen umschließen, sich abtrennen, sind es nun auch die Samen einerseits oder die Früchte, beziehungsweise Theilfrüchte andrerseits, welche die betreffenden Einrichtungen besitzen: so finden wir häutige Flügel oder Anhängsel an den Samen von Catalpa, den Früchten von Ulmus, Betula, Acer, oder als Hüllen einer ganzen Blüthe bei Carpinus, selbst an einem Blüthenstande bei Tilia; Haarschöpfe u. dgl. finden sich an den Samen der Weiden, Pappeln, der Baumwolle, an den Früchten der Disteln und anderer Compositen; hakige Anhängsel an den Theilfrüchten vieler Doldengewächse, Boragineen, an den Früchten von Galium, aber auch an den ganzen Blüthenköpfen von Lappa. — Besondere Einrichtungen sind die langen Schnäbel von Erodium, die vermöge ihrer Hygroskopizität sich spiralig auf- und zudrehen und dadurch die Theilfrüchtchen in die Erde einbohren.

Während einzelne Samen sofort nach der Reife keimen (z. B. viele Papilionaceen, Weiden, Ulmen), bedürfen die meisten einer längeren Ruhe, manche wie Carpinus, Esche selbst anderthalb Jahre.

Die erste Achse des Keimpflänzchens schließt nur bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen wieder mit einer Blüthe ab; diese Pflanzen heißen einachsig; gewöhnlich endigen erst Sprosse des zweiten, dritten oder höheren Grades mit einer Blüthe; die Pflanzen heißen dann: zwei-, drei-, mehrachsig.

Die blüthentragenden Sprosse der Angiospermen bilden sehr häufig reiche Verzweigungssysteme, welche von dem vegetativen Theil der Pflanze gewöhnlich scharf abgegrenzt sind, und außer den Blattgebilden der Blüthe nur Hochblätter oder gar keine Blattgebilde tragen. Diese Verzweigungssysteme werden als **Blüthenstände,** Inflorescenzen bezeichnet.

Die Verzweigung ist in den Blüthenständen, wie überhaupt bei den Angiospermen, vorwiegend monopodial und axillär. Einige scheinbare Abweichungen von der axillären Verzweigung lassen sich leicht auf diese allgemeine Regel zurückführen: so sind z. B. in den Trauben der meisten Cruciferen die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele abortirt, ebenso in den Köpfen vieler Compositen; bei Solaneen erleidet das Deckblatt häufig eine Verschiebung, so daß es an dem Achselsproß selbst seitlich zu stehen

scheint; andererseits kommt es auch vor, daß der Achselsproß mit seinem Muttersproß eine Strecke weit verwächst.

Hingegen giebt es andererseits sicher festgestellte Vorkommnisse, daß Zweige ohne Beziehung zur Blattstellung entspringen (Asclepiadeen), sowie daß Infloreszenzzweige die Blüthen nur einseitig tragen, sich somit dorsiventral verzweigen, wobei die Blüthen ebenfalls nicht immer in den Blattachseln stehen.

Unter Zugrundelegung der oben S. 10 behandelten allgemeinen Verzweigungsgesetze unterscheiden wir die verschiedenen Blüthenstände in folgender Weise:

A. Racemöse Blüthenstände: Sie kommen dadurch zu stande, daß eine Achse zahlreiche Seitensprosse in akropetaler Reihenfolge erzeugt, welche sich gewöhnlich nicht stärker entwickeln, als der über ihrer Insertion liegende Theil der Hauptachse. Für die Begriffsbestimmung ist es gleichgültig, ob die Hauptachse mit einer Blüthe abschließt oder nicht. Endigen die Seitensprosse erster Ordnung, welche an der Hauptachse des Blüthenstandes, der Spindel entspringen, sofort, ohne sich weiter zu verzweigen, mit einer Blüthe, so heißt der Blüthenstand:

I. Einfach:

α) multilateral (oder bilateral), d. h. die Anlage der Blüthen erfolgt auf allen Seiten der Spindel gleichmäßig oder in zwei diametral gegenüberliegenden Zeilen.

1) Die Traube (Racemus); die Hauptachse ist langgestreckt, die Blüthenstiele entspringen meist entfernt voneinander. Dabei kann eine Endblüthe vorhanden sein oder nicht, z. B. Berberis, Robinia, die Cruciferen, bei welch letzteren die Deckblätter der Blüthenstiele fehlen, aber nicht die Weintraube (s. unten Nr. 6); sind die Blüthen sitzend, so heißt der Blüthenstand eine Ähre (Spica, Fig. 189 *A*), z. B. die männlichen Ähren von Carex; ist dabei die Spindel dick und fleischig, so wird die Bezeichnung Kolben (Spadix) angewendet; letztere trägt unterhalb der Blüthen häufig ein mächtig entwickeltes Hochblatt, die Scheide (Spatha), z. B. Arum, Richardia.

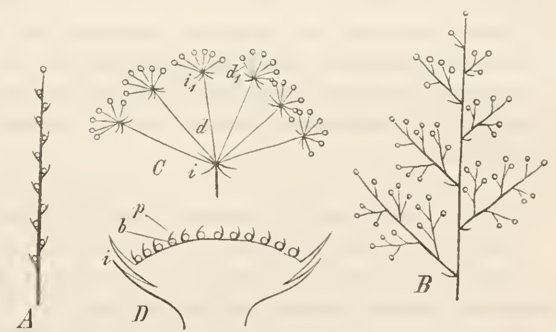


Fig. 189. Schematische Darstellung racemöser Blüthenstände. *A* Ähre; *B* zusammengesetzte Traube; *C* zusammengesetzte Dolde; *d* Strahlen der Dolde, *i* Involucrum, d_1 Strahlen der Döldchen, i_1 Involucellum. *D* Köpfchen, *i* Involucrum, *b* Blüthen, *p* Deckblätter.

2) Das Köpfchen (Capitulum, Fig. 189 *D*); die Hauptachse ist verkürzt, konisch oder kuchenförmig ausgebreitet oder selbst napfartig ausgehöhlt, z. B. Compositen, wohin Löwenzahn, Sonnenrose; Scabiosen. Die

Deckblätter der einzelnen Blüthen (Fig. 189 *D*, *p*) fehlen bisweilen; das ganze Köpfchen wird an der Basis von einer Anzahl Hochblätter umgeben, dem Hüllkelch (Involucrum, Fig. 189 *D*, *i*), wodurch der Blüthenstand äußerlich einer Einzelblüthe ähnlich wird.

3) Die Dolde (Umbella, Fig. 189 *C*, d_1); eine große Zahl langgestielter Blüthen entspringt dicht gedrängt aus einer sehr verkürzten Spindel, welche gewöhnlich keine Endblüthe trägt, z. B. Epheu, Schlüsselblume. Die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele, der Strahlen, sind gewöhnlich nicht vollzählig vorhanden und heißen Hülle, Involucrum.

β) Dorsiventral, d. h. die Anlage der Blüthen erfolgt nur auf einer Seite der an ihrem Scheitel fortwachsenden Hauptachse; die hierhergehörigen Blüthenstände wurden früher vielfach mit den cymösen verwechselt.

4) Die einseitige Traube entspricht im übrigen der oben charakterisirten Traube; sie kommt vor z. B. sehr deutlich bei den Wicken, ferner bei den Borragineen, deren Spindel auf dem Rücken die Blüthen, häufig an den Flanken die Blätter trägt, bei Hyoscyamus u. a.; auch einseitige Kolben kommen vor.

5) Das einseitige Köpfchen kommt bei einigen Trifolium-Arten vor.

II. Zusammengesetzte racemöse Blüthenstände kommen dadurch zu stande, daß die Seitensprosse, welche bei den eben angeführten Formen die Blüthen tragen, sich wiederum nach racemösem Typus weiter verzweigen, oder mit anderen Worten: Blüthenstände, welche einer der im obigen aufgezählten Formen angehören, sind wiederum nach racemösem Typus zu einem größeren Blüthenstande zusammengestellt, z. B. mehrere Köpfchen in derselben Weise, wie die Einzelblüthen in einer Traube. Man wendet dann für den größeren zusammengesetzten Blüthenstand in seiner ersten Verzweigung dieselben Ausdrücke an, wie sie oben für die einfachen festgestellt wurden, und spricht dann im erwähnten Beispiele von einer aus Köpfchen gebildeten Traube, kurz Köpfchentraube. Sie lassen sich eintheilen in:

α) gleichartig zusammengesetzte; die Verzweigung gehört in beiden (oder allenfalls noch höheren) Graden derselben Form an:

6) die zusammengesetzte Traube. An der Spindel einer Traube stehen wiederum Trauben; die Verzweigung wiederholt sich oft in noch höheren Graden derart, daß am Grunde des Blüthenstandes die Verzweigung reicher ist, als gegen die Spitze, Fig. 189 *B*, z. B. die Weintraube. — Wie wir die Ähre der Traube untergeordnet haben, so gelte auch hier als Spezialfall die zusammengesetzte Ähre, wenn nämlich an der Spindel einer Ähre wiederum Ähren sitzen, z. B. die sog. Ähren des Weizens, Roggens; die Verzweigung ist im ersten Grade dorsiventral, z. B. bei Nardus.

7) die zusammengesetzte Dolde, Fig. 189 *C*; sie kommt viel häufiger vor, als die einfache, und wird gewöhnlich schlechthin Dolde, Umbella genannt; die einzelnen einfachen Dolden (Fig. 189 *C*, d_1)

heißen dann Döldchen (Umbellulae), deren Hüllen: Hüllchen (Involucella).

β) ungleichartig zusammengesetzte; die Verzweigungen der verschiedenen Grade gehören verschiedenen Formen an.

Es kommt hier eine solche Mannigfaltigkeit vor, daß es unmöglich ist, die einzelnen Kombinationen aufzuzählen und zu benennen. Als Beispiel für die Bezeichnungsweise seien erwähnt: Köpfchentraube, d. h. zu einer Traube zusammengestellte Köpfchen bei vielen Compositen, z. B. Petasites; Ährenköpfchen, d. h. zu einem Köpfchen zusammengestellte Ähren bei vielen Scirpeen; Ährentraube bei vielen Gräsern, wo die letzten Verzweigungen einer zusammengesetzten Traube Ähren sind.

B. Cymöse Blüthenstände. Der mit einer Blüthe abschließende Hauptsproß erzeugt unter seinem Ende einen oder wenige (nur selten mehrere) Seitensprosse, welche ebenfalls mit Blüthen abschließen, sich kräftiger entwickeln, als der Hauptsproß und dieselbe Verzweigungsform in höheren Graden fortsetzen.

I. Bei den einfachen cymösen Blüthenständen behält die Verzweigung in den höheren Graden immer denselben Typus bei.

α) ohne Scheinachse (s. oben S. 12).

8) Die cymöse oder Scheindolde (Cyma); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen zahlreiche, d. h. drei oder mehr unter sich gleich starke Seitensprosse, z. B. bei vielen Euphorbien. Dieser Blüthenstand ist der echten Dolde sehr ähnlich und unterscheidet sich in der That nicht von einer echten Dolde, welche mit einer Endblüthe versehen ist. (Die Zugehörigkeit zum cymösen Haupttypus ergiebt sich in vielen Fällen daraus, daß die Cyma in höheren Graden durch Verarmung in Dichasien ausgeht.)

9) Das Dichasium (s. Fig. 9 und 10 *C* auf S. 12); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen nur zwei auf gleicher Höhe stehende Seitensprosse, die sich wiederum ebenso verzweigen; gewöhnlich kreuzen sich die aufeinander folgenden falschen Dichotomien unter rechtem Winkel, z. B. Valerianella, die schwächeren Blüthenstände mancher Euphorbien.

β) mit Scheinachse. Das Vorkommen dieser sympodialen cymösen Blüthenstände ist jedenfalls viel seltener, als bisher allgemein angenommen wird, denn eine Anzahl der hierher gerechneten Beispiele gehört sicher zu den racemösen dosiventralen Blüthenständen.

10) Die Fächel (s. oben S. 12, Fig. 10 *A*, *B*), z. B. bei Irideen.

11) Die Sichel (s. oben S. 12, Fig. 10 *D*), z. B. bei Juncaceen.

12) Die Schraubel (Bostryx); die Seitenachsen der aufeinander folgenden Verzweigungen fallen immer auf dieselbe Seite, s. oben S. 12, Fig. 10 *D*.

13) Die Wickel (Cincinnus); die Seitenachsen fallen auf entgegengesetzte Seiten, s. oben S. 12, Fig. 10 *A* und *B*.

II. Zusammengesetzte cymöse Blüthenstände kommen gewöhnlich dadurch zu stande, daß die Verzweigung in höheren Graden sich abschwächt, indem z. B., wie schon oben angedeutet, die Strahlen einer Cyma

nicht wieder zu Cymen, sondern zu Dichasien werden: Dichasiencyma, z. B. viele Euphorbien, oder Dichasien in Schraubeln oder Wickeln endigen.

C. Racemös und cymös zusammengesetzte Blüthenstände. Es kommt vor, daß zusammengesetzte Blüthenstände in den verschiedenen Graden der Verzweigung einem anderen Haupttypus folgen. So findet sich z. B. racemöse Verzweigung im ersten, cymöse im zweiten Grade in den Dichasientrauben mancher Euphorbien (z. B. E. Esula, amygdaloides), den Wickeltrauben der Roßkastanie, den Schraubelköpfchen mancher Allium-Arten u. s. f. Andrerseits kommt auch cymöse Verzweigung im ersten, racemöse im zweiten Grade vor, z. B. aus Köpfchen zusammengesetzte Schraubeln, d. h. Köpfchenschraubeln bei Cichorium u. a.

Endlich sind noch einige Bezeichnungen für Blüthenstände anzuführen, welche nur auf deren äußere Erscheinung Bezug haben, ohne Rücksicht auf den Aufbau nach den oben geschilderten Typen; so nennt man z. B. Rispe (Panicula) im allgemeinen einen wenigstens im ersten Grade racemösen Blüthenstand von pyramidaler Gestalt; Ebenstrauß (Corymbus) einen zusammengesetzten Blüthenstand, dessen letzte Zweige alle in einer Ebene endigen und die Blüthen tragen, z. B. Sambucus; Spirre (Anthela) ist ein zusammengesetzter Blüthenstand, dessen Zweige ersten Grades von unten nach oben (dem Ansehen nach von außen nach innen) allmählich kürzer werden (z. B. Juncaceen); Kätzchen (Amentum) heißt ein meist hängender einfacher oder zusammengesetzter Blüthenstand von verlängerter Gestalt, welcher nur unscheinbare Blüthen trägt und (wenigstens wenn er nur männliche Blüthen enthält) nach dem Abblühen sich als Ganzes von der Pflanze lostrennt. — Lange blattlose oder nur mit wenigen kleinen Hochblättern versehene Blüthenstiele oder ähnliche Achsen, welche an ihrem oberen Ende dicht gedrängte oder scharf abgesetzte Infloreszenzen tragen, heißen Schäfte (Scapi).

Die Gruppe wird in zwei Klassen eingetheilt:

Klasse XVIII. Monocotyledones. Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüthen meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

Klasse XIX. Dicotyledones. Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offenen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter sind fast immer netzaderig; der Blüthenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Klasse XVIII.

Monocotyledones.

Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüthen meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

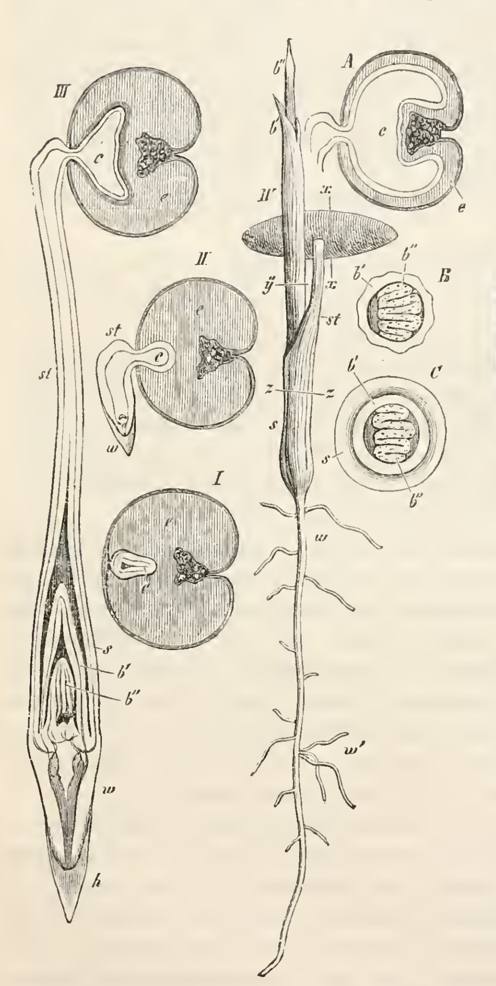


Fig. 190. Keimung der Dattel. *I* Querschnitt des ruhenden Samens, *e* Endosperm, *c* Embryo; *II, III* Keimung, Querschnitt des Samens (vergr.); *e* Endosperm, *c* Spitze, des Cotyledons, *st* dessen Stiel, *s* dessen Scheide, *w* die Hauptwurzel, mit Haube *h*; *b' b''* die auf den Cotyledon folgenden Blätter. *IV* weiteres Stadium (nat. Gr.). *w'* Nebenwurzeln. *A* Querschnitt des Samens im Zustande *IV* bei *xx*; der Gipfel des Cotyledons hat den Raum des Endosperms eingenommen. *B* Querschnitt des Pflänzchens bei *xy*, *C* bei *zz* (nach *Sachs*).

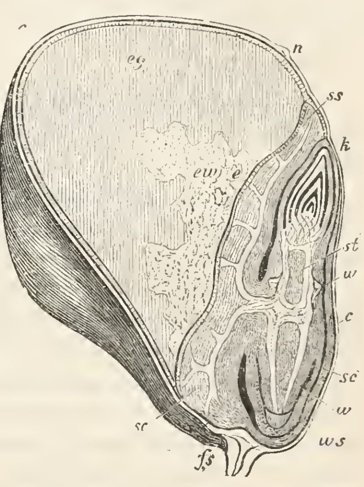


Fig. 191. Längsschnitt der Frucht (Caryopse) von Zea Mais, 6mal vergr. *c* Fruchtschale, *fs* Basis der Frucht. *eg* fester, *ew* weicher Theil des Endosperms. *sc* Scutellum (Cotyledon), *ss* dessen Spitze, *k* Knospe des Keimpflänzchens, *w* Wurzel, *ws* Wurzelscheide, *st* Stämmchen des Keims (nach *Sachs*).

Der Embryo ist gewöhnlich klein im Verhältnis zum umfangreichen Endosperm (Fig. 190 *I. e, c*), die Achse des Embryos ist nach hinten von einer meist sehr kurzen Wurzelanlage begrenzt, und trägt vorn ein scheidenförmiges erstes Blatt, den Cotyledon, dessen Masse meist beträchtlich größer ist, als die des ganzen übrigen Keims, und welches nicht

selten noch ein oder mehrere jüngere alternirende erste Blätter einschließt.

Bei der Keimung bleibt gewöhnlich das obere Ende des Cotyledons im Samen eingeschlossen, um die im Endosperm abgelagerten Reservestoffe aufzusaugen (Fig. 190 *II—IV*); die untere Partie des Cotyledons streckt sich und schiebt das Wurzelende sammt dem Stämmchen aus dem Samen heraus. Bei den Gräsern hat der Cotyledon eine eigenthümlich schildförmige Gestalt und heißt daher Schildchen (Scutellum), Fig. 191 *ss*. Dasselbe hüllt im reifen Samen den Embryo zum größten Theile ein und grenzt andrerseits an das Endosperm; bei der Keimung saugt der Cotyledon die in diesem enthaltenen Nahrungsstoffe auf, während der Stamm mit den übrigen Blättern aus dem Samen heraustritt. Bei den übrigen Monocotyledonen entwickelt sich der Cotyledon zu einem scheidenförmigen Niederblatt, oder zum ersten grünen, von den späteren Laubblättern kaum verschiedenen Blatt.

Die Hauptwurzel bleibt gewöhnlich klein und unbeträchtlich, während aus dem Stamm sich nach und nach immer höher oben Wurzeln entwickeln.

Der Stamm der Monocotyledonen ist von zerstreuten, geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; er besitzt daher auch keim cambiales Dickenwachsthum. Nur bei wenigen Gattungen (Yucca, Dracaena) wächst er später in die Dicke, aber dadurch, daß aus den äußersten Schichten des Grundgewebes sich ein Meristem bildet, welches außer neuem Grundgewebe auch neue geschlossene Fibrovasalstränge erzeugt.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt in vielen Fällen auch die Hauptachse der Pflanze; sie ist anfangs zart und schwach; da nun ein nachträgliches Dickenwachsthum nicht stattfindet, die späteren Stammtheile aber schon von vornherein kräftiger, dicker werden, so wird der Stamm umgekehrt kegelförmig; wenn die Pflanze eine gewisse Höhe erreicht hat, kann er dann zylindrisch weiter fortwachsen; deshalb findet man bei Palmen, beim Mais und anderen ähnlich gebauten aufrechten Stämmen am unteren Ende eine Verschmälerung. Sehr häufig geht aber die erste Achse der Pflanze bald zu Grunde, nachdem sie Seitensprosse erzeugt hat.

Die Blattstellung beginnt mit alternirenden Blättern; bei kräftiger Ausbildung des Stammes geht diese zweireihige Blattstellung nicht selten in komplizirte Spiralstellungen über, so bei Fritillaria, bei den Palmen, wo sie sich in der Form der allseitig entwickelten Blattkrone geltend macht. Bei den Gräsern und einigen anderen Familien bleibt sie beständig zweireihig. Quirlige Blattstellung kommt in der Laubblattregion nur selten vor.

Die Blätter besitzen meist eine stark entwickelte Scheide, aber keine Nebenblätter. Die Spreite ist gewöhnlich ganzrandig, von einfachem Umriß, häufig lang und schmal, bandartig oder schwertförmig, seltener rundlich oder herz- bis pfeilförmig. Verzweigung des Blattes kommt nur bei mehreren Araceen vor. Die fiederig oder fächerig getheilten Blätter der Palmen bekommen diese Form durch Zerreißung der ursprünglich

ganzen Spreite, ähnlich wie auch die durchbohrten Blätter mancher Araceen.

Die Blätter sind vorherrschend parallelnervig, die schwächeren Nerven springen auf der Unterseite gewöhnlich nicht vor; es treten entweder schon zahlreiche annähernd gleichstarke Nerven in das Blatt ein und vereinigen sich außer zahlreichen sehr zarten, rechtwinklig ansetzenden Verbindungsstücken gegen die Spitze des Blattes; oder es gehen von dem durch die Blattmediane verlaufenden stärkeren Nerven schwächere in sehr spitzem Winkel ab; oder endlich dieser Winkel ist weniger spitz, die schwächeren Seitennerven dicht gedrängt und unter sich parallel (Scitamineen). Einige Formen haben netzaderige Blätter (Araceen, Paris quadrifolia, Dioscoreen u. a.); seltener sind einnervige (Elodea).

Die Blüthe der Monocotyledonen besteht typisch aus fünf alternirenden gleichzähligen Kreisen, zwei Perigon-, zwei Staubblatt- und einem Karpellkreis. Die typische Formel ist somit:

$$Pn + nAn + nGn$$

wobei n in der größten Anzahl der Fälle den Werth 3 hat, seltener 2, 4 oder 5. Seitliche Blüthen besitzen meist ein hinten stehendes Vorblatt; daher fällt ein äußeres Perigonblatt gerade nach vorne. Meist sind beide Perigonkreise corollinisch mit nur geringen Verschiedenheiten, bisweilen (Juncaceen) beide calicinisch; verhältnismäßig selten (Commelynaceen, Polycarpicae) der äußere rein calicinisch, der innere corollinisch.

Der Typus ist in der reinsten Gestalt repräsentirt durch die meisten Liliifloren, speziell die Liliaceen. Die nächste Abweichung ist das Fehlschlagen des inneren Staubblattkreises bei den Irideen, sowie das Unterständigwerden des Fruchtknotens. Dieser letztere Charakter findet sich noch bei den Scitamineen und Gynandren, die sich außerdem durch zygomorphe Ausbildung der Blüthe und weitgehende Reduktion des Andröceums auszeichnen.

In einer anderen Reihe findet sich verschieden weitgehende Reduktion der Blüthentheile (Spadiciflorae und Glumiflorae).

Einige Wasserpflanzen (Helobiae) weichen in ihrem Blüthenbau weiter vom Typus ab.

Die Monocotyledonen werden in folgender Weise klassifizirt:

I. Blüthen dem Typus entsprechend oder wenig abweichend, meist groß, aktinomorph.

Ordnung 1. Liliiflorae.
– 2. Enantioblastae.

II. Blüthen häufig reduzirt, aktinomorph, klein, zu größeren Infloreszenzen vereinigt.

Ordnung 3. Spadiciflorae.
– 4. Glumiflorae.

III. Blüthen im Andröceum reduzirt, zygomorph oder unregelmäßig, groß, Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 5. Scitamineae.
– 6. Gynandrae.

IV. Blüthen aktinomorph mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum: Sumpf- und Wasserpflanzen.

Ordnung 7. Helobiae.

Ordnung 1. Liliiflorae.

Blüthen meist groß, vereinzelt oder in verschiedenartigen Blüthenständen, im allgemeinen von der Formel $P3+3\ A3+3\ G(3)$, seltener nach der Zwei-, Vier- oder Fünfzahl; das Fehlschlagen trifft gewöhnlich nicht einzelne Glieder, sondern ganze Kreise. Perigonkreise meist beide gleichartig corollinisch, zuweilen beide calicinisch. Fruchtknoten ober- oder unterständig, trimer, meist dreifächerig. Embryo vom Endosperm umschlossen.

A. *Fruchtknoten oberständig.*

Fam. 1. Liliaceae. $P3+3\ A3+3\ G(\underline{3})$. Beide Perigonkreise corollinisch. Fruchtknoten oberständig, Blüthen nicht zygomorph.

Unterfamilie 1. Melanthaceae mit septicider Kapsel.

Tofjeldia caliculata mit grasähnlichen bodenständigen Blättern, die gelblichen Blüthen in einer Ähre an der Spitze des Schaftes, nicht selten auf mageren Plätzen besonders in Gebirgsgegenden. — *Veratrum* album und nigrum, mit breit eiförmigen Blättern. — *Colchicum* autumnale, Herbstzeitlose; der Stengel ist im Herbst während der Blüthezeit unterirdisch; er ist zu dieser Zeit kurz, dünn (Fig. 192 *k'*), sitzt neben einer älteren Knolle (*k*) und trägt außer einigen noch wenig entwickelten Blättern (*l'*, *l''*) eine oder zwei Blüthen (*b*, *b'*); auch deren Fruchtknoten sind unterirdisch, die sechs Perigonblätter sind zu einer viele Centimeter langen Röhre verwachsen, welche weit über den Fruchtknoten hinaus bis über die Bodenoberfläche emporwächst und in dem rosenfarbigen sechstheiligen Saum endigt; die Staubblätter entspringen im obersten Theile der Röhre. Im Frühjahre schwillt der unterirdische Stengel an seiner Basis (*k'*) knollig an und wächst empor, so daß die sich entwickelnden Blätter (*l'*, *l''*) und die Kapsel über die Erde kommen; an seiner Basis wächst ein Seitensproß (*k''*) hervor, der im Herbste Blüthen erzeugt und sich dann ebenso verhält, wie der eben geschilderte.

Unterfamilie 2. Lilieae mit loculicider Kapsel.

Bei einer Anzahl von Gattungen sind die sechs Perigonblätter zu einer gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, die in sechs mehr oder weniger tief eingeschnittene Zähne endigt (Fig. 193); *Hyacinthus* orientalis, deren Stamm eine unterirdische Zwiebel (s. Fig. 20 *B*) ist, eine bekannte Zierpflanze. — *Aloë* mit dicken fleischigen Blättern; einige Arten wie A. soccotrina haben einen starken holzigen Stamm, der strauch- oder fast baumartig wird.

Auch unter den übrigen, zahlreicheren Gattungen, deren Perigonblätter getrennt oder nur ganz kurz an der Basis verwachsen sind, finden sich baumartige Formen, so z. B. die Arten von *Yucca*, welche in Centralamerika einheimisch sind. Die übrigen haben unterirdische Rhizome oder Zwiebeln. Diese Zwiebeln sind (s. § 9 u. Fig. 20 *B*) verkürzte Stämme, welche dicht von Niederblättern, den Zwiebelschalen, umhüllt werden und, so lange sie noch jung und nicht kräftig sind, jährlich nur Laubblätter über die Erde emporsenden; wenn sie jedoch im Laufe einiger Jahre erstarkt sind, so verlängert sich die Achse der Zwiebel selbst und trägt an ihrem oberen Ende Blüthen. Nach der Blüthezeit stirbt die Achse ab und eine aus der Achsel eines Zwiebelblattes entspringende Seitenknospe wird entweder zu einer neuen Zwiebel, die erst wieder erstarken muß, oder sofort zu einer blüthentragenden Achse, deren unterste Nieder-

blätter neue Zwiebelschalen sind. — *Phormium* tenax, neuseeländischer Flachs; auf den starken Rhizomen stehen etwa meterlange schwertförmige Blätter, deren starke Bast-

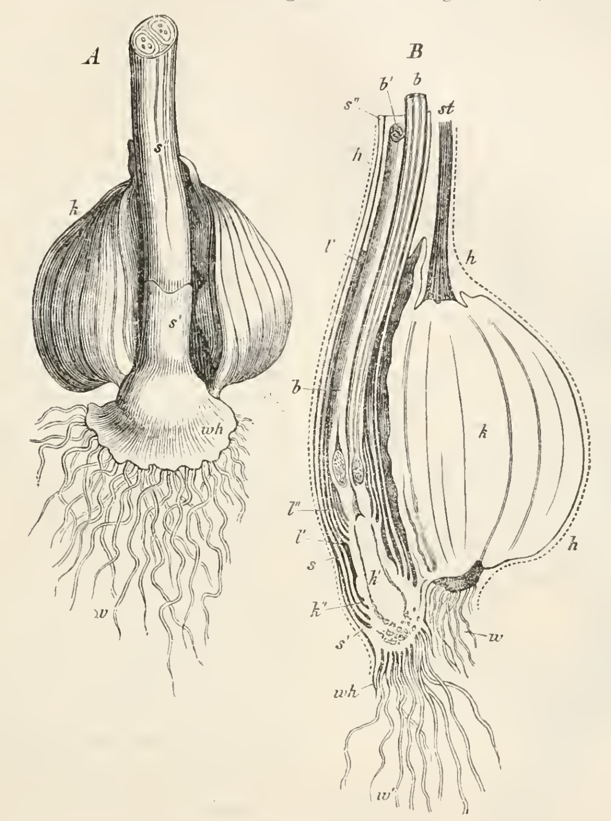


Fig. 192. Colchicum autumnale, unterirdische Theile einer blühenden Pflanze; *A* von vorn aus gesehen, *B* im Längsschnitt (nat. Gr.). *h* eine braune Haut, welche alle Theile umhüllt, *st* der vorjährige unterirdische Stengel, *k* dessen Basalportion, die mit Reservestoffen gefüllte Knolle, *wh* deren Basis mit Wurzeln *w*; ein Seitensproß aus der Basis der Knolle *k* ist die blühende Pflanze, *b*, *b'* deren Blüthen (die Perigonröhre), l', l'' deren Laubblätter, *s*, s' deren Scheidenblätter, k' deren mittleres Stück, das im nächsten Jahr zur Knolle wird, mit einer Knospe k'', der Knolle des übernächsten Jahres (nach *Sachs*).

fasern Verwendung finden. — *Lilium* candidum, weiße Lilie, L. bulbiferum, Feuerlilie (deren obere Laubblätter in ihren Achseln Brutknospen tragen), L. Martagon, Türkenbund, mit Zwiebeln. — *Fritillaria* imperialis, Kaiserkrone, deren Blüthen noch vom beblätterten Stengelgipfel überragt werden. — *Tulipa* Gesneriana, Tulpe. — *Scilla*. — *Urginea* maritima mit oberirdischer Zwiebel. — *Allium*, Lauch; mehrere Arten werden zum Küchengebrauche kultivirt, so A. Cepa, Küchenzwiebel, A. ascalonicum, Schalotte, A. Schoenoprasum, Schnittlauch, A. Porrum, Porri, A. sativum, Knoblauch. Die Blätter der Alliumarten sind meist röhrig, hohl; die Blüthen stehen in kugeligen Köpfen oder Dolden, welche zwischen den einzelnen Blüthen bisweilen auch zwiebelartige Brutknospen tragen.

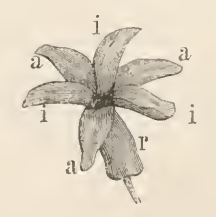


Fig. 193. Blüthe der Hyacinthe, *a a a* die drei äußeren, *i i i* die drei inneren Perigonblätter, an der Basis zu einer gemeinschaftlichen Röhre *r* verwachsen (nat. Gr.).

Unterfamilie 3. Asparageae. Die Frucht ist eine Beere.

Dracaena Draco, Drachenblutbaum, mit kräftigem in die Dicke wachsendem Stamm, auf den canarischen Inseln; andere Arten wie D. australis, sowie von *Cordyline* häufig kultivirt. — *Asparagus* officinalis, Spargel; der Stengel trägt nur Schuppenblätter, in deren Achseln nadelförmige Zweige; die jungen Sprosse, die von den unterirdischen Rhizomen entspringen, werden gegessen. — *Convallaria* maialis, Maiglöckchen. — *Maianthemum* bifolium mit zweizähligen Blüthenkreisen. — Die Arten von *Smilax* sind rankende Sträucher mit netzaderigen Blättern. — *Ruscus* aculeatus und andere Arten sind kleine Sträucher, deren blattartige Zweige auf ihrer Mitte aus der Achsel eines kleinen Deckblattes die diklinischen Blüthen tragen. — *Paris* quadrifolia, Einbeere, giftig; die Blüthen sind aus vierzähligen (in seltenen Ausnahmsfällen drei- oder fünfzähligen) Kreisen aufgebaut und stehen auf einem Stengel, der unter der Blüthe vier (resp. drei oder fünf) Laubblätter in einem Quirl trägt (Fig. 194).

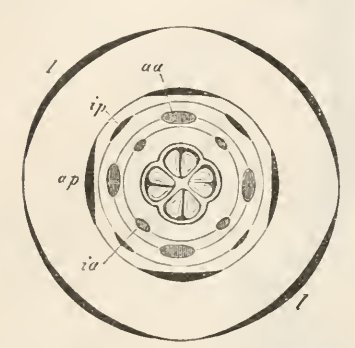


Fig. 194. Diagramm des Blüthenstengels von Paris quadrifolia, *l* die Laubblätter, *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *aa* äußere, *ia* innere Staubblätter (nach *Sachs*).

Offizinell: Semen Colchici, die Samen von Colchicum autumnale. — Rhizoma Veratri, das Rhizom von Veratrum album. — Aloë, der eingedickte Saft von Aloë ferox, spicata, vulgaris, lingua und anderen Arten in Südafrika. — Bulbus Scillae, die mittleren Zwiebelschalen von Urginea maritima in Südeuropa. — Radix Sarsaparillae, die Wurzeln verschiedener Smilaxarten in Centralamerika.

Fam. 2. Juncaceae. *P*3 + 3 *A*3 + 3 *G* (3). Pflanzen von grasähnlichem Wuchs, von der vorigen Familie durch die trockene spelzenähnliche Beschaffenheit des Perigons verschieden. Blätter bandartig oder röhrig, Blüthenstand eine Spirre, d. h. die unteren Äste länger als die oberen.

Die Arten von *Luzula* (mit einfächerigem, dreisamigem Fruchtknoten), multiflora, pilosa, campestris, albida, nicht selten in Wäldern, auf Haiden. — *Juncus* (mit dreifächerigem, mehrsamigem Fruchtknoten), häufig Binse genannt, J. glaucus und effusus mit röhrigem Stengel und Blättern, terminalem Blüthenstand, der aber von einem röhrigen Hochblatt zur Seite gedrängt wird, dieses erscheint als Fortsetzung des Stengels; gemein an feuchten Plätzen, J. bufonius, an Wegrändern.

Fam. 3. Pontederiaceae. Wasserpflanzen im tropischen Amerika mit zygomorphem corollinischem Perigon.

B. *Fruchtknoten unterständig.*

Fam. 4. Amaryllideae. *P*3 + 3 *A*3 + 3 oder 12 bis 18 *G* $\overline{(3)}$. Perigonkreise beide corollinisch, hier und da etwas zygomorph schief trichterförmig. Frucht meist eine Kapsel.

Alstroemeria mit beblättertem Stengel vom Habitus der Lilien. — Die übrigen Gattungen haben einen sehr kurzen bisweilen zwiebelförmigen Stamm und lange Blüthenschäfte. *Amaryllis* formosa mit großem, röhrig schief trichterförmigem, ungleich gezähntem Perigon, Zierpflanze. — *Galanthus* nivalis und *Leucojum* vernum, Schneeglöckchen. — *Narcissus* Pseudo-Narcissus, poeticus und andere Arten sind beliebte Zierpflanzen; Ligulargebilde der sechs Perigonblätter sind zu einer röhrenförmigen Nebenkrone verwachsen. — *Agave* americana, gewöhnlich fälschlich Aloë genannt,

stammt aus Mexiko, ist aber auch in Südeuropa einheimisch geworden. Der ganz kurze Stamm trägt eine grundständige Rosette von dicken stacheligen Blättern; wenn er hinreichend erstarkt ist (in Südeuropa etwa nach 10—20 Jahren), verlängert er sich zu einem viele Meter hohen Schaft, der in reichlicher Verzweigung von pyramidalem Umriß zahlreiche Blüthen trägt.

Fam. 5. **Irideae.** $P3 + 3\,A3 + 0\,G(\overline{3})$. Perigon corollinisch, zuweilen zygomorph. Frucht eine Kapsel.

Bei *Iris*, Schwertlilie, ist der Stamm ein unterirdisches wagerechtes Rhizom, das zweireihig gestellte schwertförmige, in der Richtung der Medianebene ausgebreitete Blätter und blüthentragende Stengel treibt; die Narben sind hier blumenblattartig ausgebildet und bedecken mit ihrer konkaven Außenfläche die vor ihnen stehenden Staubblätter (Fig. 195). Iris pumila, germanica u. a. beliebte Zierpflanzen, I. Pseudacorus häufig in Gräben. — *Gladiolus* mit unterirdischer Zwiebel, die einen hohen mehrblüthigen Stengel treibt, Blüthen meist zygomorph, G. communis häufig kultivirt; G. paluster in Mooren. — *Crocus*, Safran, mit unterirdischer Zwiebel, die einen ganz kurzen unterirdischen Stengel treibt; dieser trägt über den Boden emporragende Laubblätter und schließt mit einer Blüthe ab, deren Fruchtknoten noch tief unter der Erde steckt; die Röhre des Perigons ragt über den Boden vor und breitet sich in einen sechstheiligen Saum aus, an dessen Basis die drei Staubblätter inserirt sind; 3fädliche Narben.

Offizinell: Rhizoma Iridis von Iris germanica, florentina und pallida in Südeuropa. — Crocus, die Narben von Crocus sativus in Südeuropa.

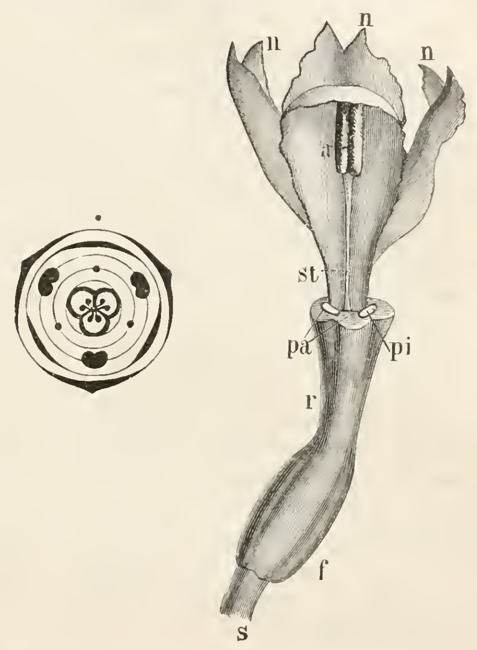


Fig. 195. Diagramm der Irideenblüthe und Blüthe von Iris nach Wegnahme der Perigonblätter; *s* der Stiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *r* der röhrig verwachsene Theil des Perigons, *pa* Insertion der äußeren, *pi* der inneren Perigonblätter, *st* Staubblatt, *a* Anthere, *n n n* die drei blumenblattartigen Narben (nat. Gr.).

Fam. 6. **Taccaceae.**
$K3\ C3\ A3 + 3\ G(\overline{3})$. Fruchtknoten einfächerig mit zahlreichen Samenanlagen, Kräuter mit netzaderigen, grundständigen Blättern in den Tropen.

Fam. 7. **Dioscoreae.** $K3\,C3\,A3 + 3\,G(\overline{3})$. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer oder zwei Samenanlagen in jedem Fach. Zweihäusig. Schlingpflanzen mit ober- oder unterirdischer Knolle, netzaderigen, meist dreieckigen Blättern.

Dioscorea sativa, Batatas u. a. Yamswurzel, in den Tropen als stärkereiches Nahrungsmittel kultivirt.

Fam. 8. **Bromeliaceae.** $K3\,C3\,A3 + 3\,G(3)$. Fruchtknoten ober-, unter- oder halbunterständig, dreifächerig. Äußeres Perigon calicinisch,

inneres corollinisch. Blätter gewöhnlich lang, schmal, am Rande scharf gesägt, an einem meist kurzen Stamm. Die Blüthen zwitterig in Ähren oder Rispen mit Deckblättern.

Ananassa sativa, Ananas. Die Frucht ist eine Beere; die Beeren eines Blüthenstandes verschmelzen miteinander zu einer Scheinfrucht, über der die Achse des Blüthenstands sich fortsetzt und eine Blattkrone trägt. Die Beeren der kultivirten Pflanze enthalten keine Samen. Stammt aus Amerika, wird aber in allen wärmeren Gegenden kultivirt.

Ordnung 2. Enantioblastae.

Die Blüthen entsprechen der Formel $P3 + 3\,A3 + 3\,G3$, weichen hier und da durch Fehlschlagen einzelner Glieder ab; die Samenanlagen sind nicht wie bei den meisten übrigen Monocotylen anatrop, sondern gerade, daher liegt im reifen Samen das Wurzelende des Keimlings der Anheftungsstelle des Samens gegenüber (vgl. Fig. 173, S. 206).

Die Restiaceen, Eriocauloneen und Centrolepideen von grasähnlichem Wuchs mit diklinischen Blüthen, in den Tropen und Südafrika. — Die Xyrideen und Commelynaceen ebenfalls tropisch, mit corollinischer Krone, aus der letzteren Familie werden Arten von *Commelyna* und *Tradescantia* als Zierpflanzen kultivirt.

Ordnung 3. Spadiciflorae.

Die Blüthen sind klein und zahlreich; der Blüthenstand ist ein Kolben (Spadix) oder eine Rispe mit dicken Zweigen, gewöhnlich von einem mächtig entwickelten Hochblatt, der Scheide (Spatha), umgeben. Die Bracteen der einzelnen Blüthen fehlen häufig. Das Perigon ist stets unscheinbar, niemals corollinisch, fehlt auch bisweilen völlig. Blüthen gewöhnlich diklinisch, aber meist beiderlei Geschlechter an demselben Blüthenstand; Fruchtknoten immer oberständig. Same endospermreich mit geradem, meist kleinem Embryo.

Fam. 1. Palmae. Die Blüthen diöcisch oder monöcisch, nur selten hermaphrodit oder polygam, im allgemeinen nach dem Typus gebaut: $P3 + 3\,A3 + 3\,G(3)$, seltener sind weniger oder mehr Staubblätter vorhanden; die Fruchtblätter (selten nur zwei oder eins) bilden bald einzelne monomere, bald einen polymeren ein- bis dreifächerigen Fruchtknoten. Perigon unscheinbar. Die Blüthen sitzen mit oder ohne Deckblätter am Kolben oder an der dicken Achse des ährigen oder rispigen Blüthenstandes (Fig. 196).

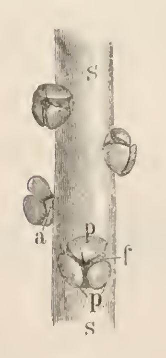


Fig. 196. Stück aus der weiblichen Blüthenrispe von Chamaedorea; *s* die dicke Achse; *a* äußeres, *p* inneres Perigon, *f* Fruchtknoten (3mal vergr.)

Der Wuchs ist ziemlich verschieden. Meist stehen die Blätter dichtgedrängt, eine reiche Krone am Gipfel des hohen oder niedrig bleibenden Stammes bildend, welcher noch eine

Strecke weit abwärts von den vertrockneten Resten der älteren Blätter eingehüllt wird. Es giebt aber auch Formen (Calamus), deren Stämme kriechen oder klettern und die Blätter sehr entfernt gestellt tragen. Die Spreite der Blätter zerreißt während der Entfaltung entweder handförmig (fächerförmig) oder fiederförmig.

Die Palmen bewohnen vorzugsweise die Tropenregionen, besonders die Molukken, Brasilien, das Orinokogebiet.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme, aus Asien und Afrika stammend, mit fiederig zertheilten Blättern: von den drei Fruchtknoten bildet sich immer nur einer zur Frucht, der Dattel aus; der sog. Kern derselben besteht, von der dünnen Samenschale umgeben, der Hauptsache nach aus dem Endosperm. — *Cocos* nucifera, Cocospalme, erfährt bekanntlich eine äußerst mannigfaltige Anwendung. Die Frucht, die Cocosnuß, ist eine riesige Steinfrucht, deren Mesokarp von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen ist, welche vielfach zu Gespinnsten verwendet werden. Innerhalb der steinharten Schale des sog. Kerns, des Endokarps, liegt ein einziger sehr großer Same. Das Endosperm besteht bei voller Fruchtreife aus einer nur wenige Millimeter dicken, der Schale anliegenden Gewebeschicht; der übrige Raum ist mit Zellsaft ausgefüllt (Cocosmilch). Der kleine Embryo liegt im festen Endosperm an der Stelle, wo sich im Endokarp ein Loch befindet. — *Sagus* Rumphii, auf den Molukken, liefert Sago, der aus dem Stärkemehl des Stammes besteht. — *Elaeis* guineensis, Ölpalme in Westafrika: das Fleisch der pflaumenähnlichen Frucht liefert das Palmenöl. — Die Stämme von *Calamus*-Arten liefern das sog. spanische Rohr. — Von *Phytelephas* macrocarpa in Südamerika wird das mächtige, harte Endosperm, dessen Zellwände stark verdickt sind, als sog. vegetabilisches Elfenbein verwendet. — *Chamaerops* humilis, Fächerpalme, welche schon in Südeuropa und Nordafrika als niedrige Pflanze vorkommt. — *Livistona* australis mit schön fächerförmig zertheilten Blättern wird häufig kultivirt.

Offizinell: Öl aus dem Samen von Cocos nucifera.

Fam. 2. Cyclantheae. Pflanzen mit palmenähnlichem Wuchse in Süd- und Centralamerika: die Blüthen stehen in regelmäßige Kreise geordnet am Kolben.

Die Blätter von *Carludovica* palmata werden zur Anfertigung von Geweben, z. B. der Panamahüte verwendet.

Fam. 3. Pandaneae. Blüthen diöcisch, die weiblichen aus je einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, sitzen dichtgedrängt auf dem Kolben, welcher zu einer Scheinfrucht wird.

Pandanus utilis und andere Arten bilden in den Tropen Gestrüppe, besonders an den Flußufern. Die aufrechten, später sich verzweigenden holzigen Stämme sind durch zahlreiche starke Wurzeln, die über der Bodenoberfläche entspringen, befestigt und tragen Blattkronen von großen schmalen bandförmigen Blättern, deren Rand häufig mit stacheligen Zähnen besetzt ist. Die festen Fibrovasalstränge werden zu Gespinnsten verwendet.

Fam. 4. Typhaceae. Blüthen diklinisch, Perigon durch Schüppchen oder Haare angedeutet, Staubblätter drei. Fruchtknoten monomer mit einer Samenanlage. Blüthenstand ohne Spatha, kolben- oder kugelförmig, die Blüthen nach den Geschlechtern getrennt.

Bei *Sparganium* sind die Blüthenstände kugelförmige Ähren, welche zweizeilig seitlich und terminal am oberen Theil des Stengels sitzen. Die unteren Kugeln tragen nur weibliche, die oberen nur männliche Blüthen. Perigon aus Schüppchen bestehend. Sp. simplex, ramosum u. a. nicht selten in Gräben.

Typha, Rohrkolben, trägt die Blüthen in einem langen Kolben am Gipfel des Stengels; am oberen dünneren Theile sitzen die männlichen Blüthen unmittelbar an der

Hauptachse, am unteren mächtigeren die weiblichen theils an der Hauptachse, theils an kurzen Seitenzweiglein derselben. Perigon durch lange Haare vertreten. — T. angustifolia und latifolia häufig, in Sümpfen.

Fam. 5. Araceae. Die Blüthen stehen stets ohne Deckblätter an einem Kolben, der fast immer von der Spatha umgeben wird. Bei einer Anzahl von Gattungen sind die Blüthen vollständig ausgebildet und nach dem allgemeinen Monocotylentypus gebaut: $Pn + nAn + nG(\underline{n})$, wobei $n =$ 3, 2 oder 5 sein kann, so z. B. bei Acorus, Fig. 197, dessen Blüthe genau dem Monocotylentypus entspricht.

Bei anderen Gattungen jedoch sind die Blüthen in verschieden hohem Grade reduzirt, indem nicht bloß das Perigon schwindet, sondern auch die Anzahl der Staubblätter und Fruchtblätter verringert wird. Den extremsten Fall stellen dann die diklinischen Blüthen dar, welche nur (die männlichen) aus je einem Staubblatt, beziehungsweise (die weiblichen) aus einem monomeren Fruchtknoten bestehen. Diese reduzirten Blüthen sind in bestimmter Weise am Kolben angeordnet, so finden sich z. B. bei Arum (Fig. 198) an der Basis des Kolbens zahlreiche weibliche, aus je einem Fruchtknoten bestehende Blüthen (Fig. 198 *f*), höher oben männliche Blüthen (Fig. 198 *a*) dichtgedrängt, von denen jeder nur wenige Staubblätter angehören. Der obere Theil des Kolbens wird von völlig verkümmerten Blüthen (*b*, *c*) eingenommen. Wo, wie hier, das Perigon vollständig fehlt, könnte der Schein entstehen, als stelle der ganze Kolben eine einzelne Blüthe vor: allein abgesehen von den zahlreich existirenden vermittelnden Formen ist eine solche Auffassung unmöglich wegen der stets unter den Staubblättern stehenden Fruchtknoten, welche in einer Einzelblüthe oberhalb der Staubblätter stehen müßten.

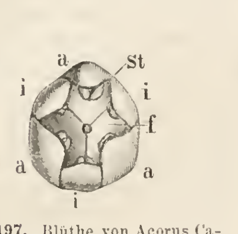


Fig. 197. Blüthe von Acorus Calamus (vergr.). *a* äußeres, *i* inneres Perigon, *st* Staubblätter, *f* Fruchtknoten.

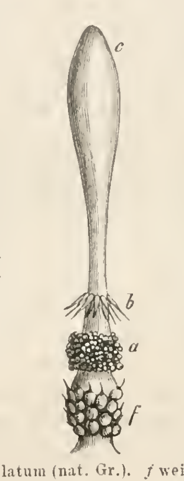


Fig. 198. Kolben von Arum maculatum (nat. Gr.). *f* weibliche, *a* männliche, *b* rudimentäre Blüthen, *c* oberstes keuliges Ende des Kolbens.

Die Unterabtheilung der Pistiaceen endlich, wohin Pistia Stratiotes, eine tropische Wasserpflanze, gehört, zeichnet sich dadurch aus, daß auch die Anzahl der Blüthen am Kolben auf zwei, eine weibliche aus einem Karpell bestehende und eine männliche reduzirt und der Kolben mit der Scheide verwachsen ist.

Die Frucht ist meistens eine Beere.

Die Stämme sind entweder unterirdisch, Knollen, Rhizome, oder oberirdisch; die letzteren klettern gewöhnlich an Bäumen u. dgl. mit Hilfe mächtiger Luftwurzeln. Die Blätter stehen entweder alternirend zweizeilig

oder meistens spiralig nach der Divergenz $^2/_5$. Sie sind nur selten schmal, band- oder schwertförmig, zumeist in Scheide, Stiel und Spreite gegliedert, welch letztere netzaderige Nervatur besitzt und sich nicht selten in mehr oder minder komplizirter Weise verzweigt.

Acorus Calamus, Kalmus, ursprünglich aus Asien stammend, aber jetzt bei uns an Gewässern ziemlich verbreitet; das unterirdische Rhizom trägt lange schwertförmige Blätter und dreikantige Stengel mit endständigem Kolben, der aber durch die schmale schwertförmige, in die Verlängerung des Stengels aufgerichtete Spatha zur Seite gedrängt ist: der Kolben ist dicht mit den vollständigen Blüthen (Fig. 197) besetzt. — *Arum* maculatum in Wäldern stellenweise häufig; die mächtige hellgrüne Spatha hüllt den Kolben (Fig. 198) fast vollständig ein. — *Richardia* aethiopica mit weißer, schief trichterförmiger Spatha, wird überall in Zimmern kultivirt unter dem falschen Namen Calla, Colocasia. — Die Arten von *Philodendron* mit kletterndem Stamm besitzen bisweilen durchlöcherte Blätter.

Offizinell: Rhizoma Calami von Acorus Calamus.

Fam. 6. Lemnaceae. Vegetationskörper ein schwimmender Thallus. Zwei männliche, nur aus je einem Staubblatt bestehende, und eine weibliche, nur von einem Fruchtknoten gebildete Blüthen finden sich, zu einem Blüthenstande zusammengestellt, in einer seitlichen Ausbuchtung des Thallus.

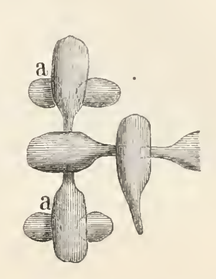


Fig. 199. Stück einer Pflanze von Lemna trisulca, von oben gesehen, bei *a* junge Seitensprosse (nat. Gr.).

Lemna trisulca, polyrrhiza u. a., Wasserlinse, finden sich häufig in Teichen, Pfützen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Der blattlose, ziemlich flache Thallus verzweigt sich zweizeilig (Fig. 199) und trägt unterseits in das Wasser herabhängende Wurzeln. Diese fehlen jedoch der L. arrhiza, welche auch keine Gefäße besitzt.

Fam. 7. Naiadeae. Stengel beblättert. Blüthenbau verschieden, bei Potamogeton: $A2 + 2\, G \times \underline{4}$. Die vier Staubblätter tragen auf der Außenseite verbreiterte Anhängsel, welche auch schon als Perigon gedeutet worden sind.

Naias maior, minor u. a. sind untergetauchte, dünnstengelige verzweigte Pflanzen mit zweizeiligen gegenständigen buchtig gezähnten Blättern.

Potamogeton, Laichkraut, findet sich in zahlreichen Arten, deren Stengel entweder lauter untergetauchte Blätter von schmaler bandartiger (P. pusillus u. a.) oder breiter Gestalt (P. densus) trägt, oder auch einzelne breite, auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blätter (P. natans u. a.) besitzt. Die Blüthen stehen in mehr oder weniger reichblüthigen Ähren, welche bei einigen völlig unter Wasser bleiben, bei anderen auf langen Stielen darüber emporgehoben werden. — *Zostera* marina, Seegras, *Phucagrostis* u. a. leben im Meere.

Ordnung 4. Glumiflorae.

Die Blüthen sind auf den Typus $P3 + 3\, A3 + 3\, G3$ zurückführbar, doch im Perigon stets, und meist auch im Andröceum reduzirt, klein, in ähren- oder rispenartigen Blüthenständen mit spelzenartigen Hochblättern. Fruchtknoten oberständig, mit einer Samenanlage. Samen mit reichlichem mehligem Endosperm. — Gräser und Halbgräser.

Fam. 1. Cyperaceae, Halbgräser. Blüthen in der Achsel von Deckspelzen, aber ohne Vorspelze; Same aufrecht, Embryo im Endosperm eingeschlossen. Blätter meist in drei Reihen am Stengel, mit geschlossenen Scheiden.

a) Bei den Scirpeen stehen die hermaphroditen Blüthen in der Achsel von spiralig oder zweizeilig gestellten Deckblättern, ohne Vorblätter, und bilden ein Ährchen. Diese Ährchen stehen oft zu anderen Infloreszenzen, als Ähren, Rispen, Dolden, Köpfchen zusammengeordnet; die Blüthe entspricht dem Typus: $P3 + 3\ A3 + 0$ oder $3\ G\underline{(3)}$. Die Perigonblätter sind borstenförmig (Fig. 200), bei Eriophorum durch zahlreiche Haare ersetzt, oder fehlen. Meist ist nur der äußerste Staubblattkreis allein entwickelt.

Scirpus, Binse, mit borstenförmigem Perigon; die Ährchen stehen bei einigen Arten einzeln endständig (z. B. S. caespitosus), bei anderen sind außer diesen endständigen noch seitliche Ährchen auf kürzeren (z. B. S. lacustris) oder längeren Stielen (S. silvaticus) vorhanden. — *Eriophorum* latifolium, angustifolium u. a., Wollgras, häufig auf Mooren; die Haare des Perigons entwickeln sich erst nach der Blüthezeit zu bedeutender Länge. — *Cyperus* (mit zweizeiligen Deckblättern) fuscus gemein an feuchten Orten; Cyperus Papyrus in Ägypten diente im Alterthum zur Bereitung des Papiers.

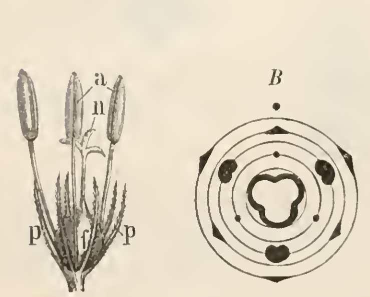


Fig. 200. Blüthe von Scirpus (vergr.), *p* das borstenförmige Perigon, *a* die drei Staubblätter, *f* Fruchtknoten. *B* Diagramm.

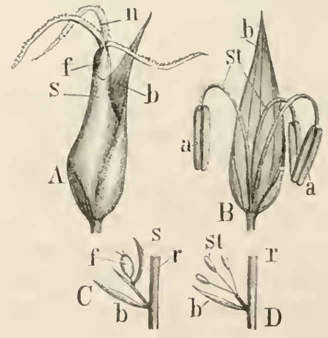


Fig. 201. Blüthen von Carex, vergr., *A* weibliche Blüthe mit Deckblatt *b*, Vorblatt (Schlauch) *s*, Fruchtknoten *f* und Narben *n*. *B* männliche Blüthe mit Deckblatt *b*, drei Staubblättern *st* mit Antheren *a*. *C* schematischer Aufriß der weiblichen, *D* der männlichen Blüthe; *r* Achse der Ähre, *b* Deckblatt, *s* Vorblatt.

b) Die Cariceen besitzen diklinische Blüthen mit der Besonderheit, daß die männlichen und weiblichen Blüthenstände in ihrem Baue nicht übereinstimmen. Die männlichen Blüthen $P0\ A3 + 0\ G0$ stehen in der Achsel von Deckblättern (Fig. 201 *B* und *D*) in einer einfachen Ähre. Die weiblichen Blüthen jedoch $P0\ A0\ G\underline{(3)}$ oder $\underline{(2)}$ stehen nicht unmittelbar in der Achsel der Deckblätter der Ähre (*b* in Fig. 201 *A* und *C*), sondern aus dieser Achsel entspringt ein kurzes Zweiglein, welches ein einziges Vorblatt trägt (*s* in Fig. 201); erst in der Achsel dieses Vorblattes steht die aus einem tri-, seltener dimeren Fruchtknoten bestehende weibliche Blüthe. Das Vorblatt (*s* in Fig. 201 *A* und *C*) vergrößert sich stark und umhüllt die Frucht als sog. Schlauch, Utriculus.

Die Gattung *Carex*, Riedgras, enthält zahlreiche Arten, welche meist an feuchten Orten wachsen, starre, oft schneidende Blätter tragen und gewöhnlich als saure Gräser bezeichnet werden. Nur wenige sind diöcisch; bei den meisten finden sich männliche und weibliche Blüthenstände auf dem nämlichen Stengel. Bei einer großen Hauptabtheilung sind die beiden Geschlechter an derselben Ähre vereinigt, welche entweder am Grunde männlich und an der Spitze weiblich ist, oder umgekehrt. Dabei trägt der Stengel bald (z. B. C. pulicaris, pauciflora) nur eine einzige endständige solche Ähre, oder an seinem oberen Ende mehrere solcher Ähren zu Köpfchen (C. cyperoides) oder Rispen (C. arenaria, brizoides, diese als »Seegras« gesammelt und verwendet, muricata) zusammengestellt. Bei der zweiten großen Hauptabtheilung dagegen ist in jeder Ähre nur ein Geschlecht vertreten; es steht dann fast immer die männliche Ähre terminal am Stengel, die weiblichen seitlich (z. B. C. acuta, glauca, praecox, digitata, flava, paludosa).

Fam. 2. Gramineae, echte Gräser. Same hängend, Embryo neben dem Endosperm. Blätter am Stengel, dem sog. Halm, zweizeilig, mit meist offenen, gerollten Scheiden. Blüthen (Fig. 202) meist von der Formel $P0 + 2A3 + 0G\underline{(2)}$, eingeschlossen von den Hochblättern, den Spelzen, und zu komplizirten Blüthenständen angeordnet; die Perigonblätter haben die Gestalt kleiner Schüppchen; der einfächerige Fruchtknoten enthält nur eine Samenanlage: das sogenannte Korn ist die Frucht, eine Caryopse, mit der bisweilen noch die beiden Spelzen verwachsen sind (z. B. Gerste, Hafer).

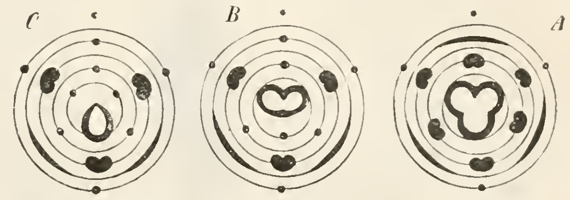


Fig. 202. Diagramme von Grasblüthen; *A* von Bambusa, *B* der meisten Gramineen, *C* von Nardus.

Eine solche Blüthe sitzt in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze, Palea inferior (Fig. 203 b_1, b_2...), und hat noch ein Vorblatt unter dem Perigon, die Vorspelze, Palea superior (Fig. 203 *ps*); diese beiden Spelzen, Paleae (auch Bälglein genannt), schließen die Blüthe vollständig ein. Solche von den Spelzen umschlossene Grasblüthen sind meist zu zweien oder mehreren an einer Achse (x Fig 203) zusammengeordnet, und bilden das sog. Grasährchen, Spicula, welches gewöhnlich unterhalb der ersten Blüthe noch zwei unfruchtbare, d. h. in ihren Achseln keine Blüthen tragenden Spelzen, die sogenannten Klappen oder Hüllspelzen, Glumae (auch Balg genannt, Fig. 203 g), besitzt. Ein Grasährchen besteht also aus einer Achse mit zweireihig angeordneten

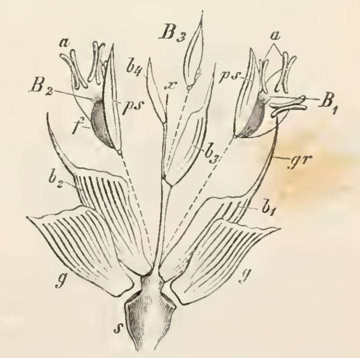


Fig. 203. Ährchen des Weizens zergliedert (vergr.), x Achse des Ährchens, g Glumae, b_1, b_2 ... die Deckblätter der Blüthen, Paleae inferiores mit Granne gr; B_1, B_2 ... die Blüthen, in Richtnng der punktirten Linien aus der Achsel der Deckblätter herausgezogen; *ps* deren Vorblätter, Paleae superiores, a Antheren, f Fruchtknoten.

Spelzen, von denen die beiden untersten unfruchtbar sind, die folgenden aber in ihrer Achsel je eine Blüthe tragen, unter welcher sich noch ein der Blüthenachse selbst angehörendes Vorblatt findet. Die Deckspelzen tragen häufig, bald an ihrer Spitze, bald auf ihrem Mittelnerv einen borstenartigen Fortsatz, die Granne (Arista) (Fig. 203 *gr*).

Die Zahl der Blüthen in einem Ährchen ist nach den Gattungen verschieden, häufig ist nur die unterste nebst Rudimenten der oberen vorhanden; ist dagegen nur eine der oberen Blüthen entwickelt, somit die unteren Deckspelzen ohne Blüthen in ihren Achseln, so werden diese unteren blüthenlosen Deckspelzen noch als Hüllspelzen betrachtet, die somit in größerer Anzahl als zwei vorhanden sind. Die Ährchen selbst sind bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. Roggen, Weizen, Fig. 204 *B*) in zwei Reihen an einer Hauptspindel sitzend, oder in diese eingesenkt: der Blüthenstand kann dann als Grasähre bezeichnet werden; bei den meisten übrigen Gattungen aber trägt die Hauptachse des Blüthenstandes verschieden lange, dünne, oft sich wiederum reich verzweigende Seitenäste, an deren Ende die Ährchen stehen: so bildet sich die Grasrispe (z. B. Hafer, Fig. 204 *A*). Dieselbe ist entweder locker ausgebreitet mit gestreckten Ästen (Fig. 204 *A*), deren Seitenzweige oft schon am Grunde auftreten und den Schein von Quirlen erregen, oder aber dicht zusammengezogen mit verkürzten Zweigen, z. B. Alopecurus. Die Stellung der Zweige dieser Rispe ist stets mehr oder minder dorsiventral; am deutlichsten da, wo die untersten Seitenzweige der Rispenäste alle auf der gleichen Seite der Rispe entspringen (einseitige Rispen, z. B. Festuca).



Fig. 204. *A* Grasrispe des Hafers, Avena sativa, *s* Hauptachse; *s'* Seitenäste, *a* Ährchen (1/3 der nat. Gr.). *B* Grasähre des Weizens, *s* Spindel, *g* die Ausschnitte derselben, in welchen die Ährchen *a* sitzen; diese sind am unteren Theile entfernt (nat. Gr.).

Der Stengel ist gewöhnlich hoch, die Knoten stark entwickelt, die langen Internodien innen hohl; die Scheiden der Blätter sind sehr mächtig entwickelt und hüllen oft noch mehrere der oberen Internodien ein. An der Grenze von Scheide und Spreite findet sich eine häutige Ligula (s. oben S. 18 Fig. 12 *A*).

Die Gräser werden in folgender Weise eingetheilt:

I. Gruppe. **Panicoideae.** Mehr als zwei Hüllspelzen, d. h. die unteren Deckspelzen ohne Blüthen.

Unterfamilie 1. Oryzeae. Vier Hüllspelzen, oft nur durch Borsten angedeutet: *Oryza* sativa, Reis, aus Ostindien, in nassen Gegenden Südeuropas angebaut.

Unterfamilie 2. Phalarideae. Vier Hüllspelzen, wovon das innere Paar kleiner: *Phalaris* arundinacea an Ufern häufig, in Gärten eine Varietät mit weißgestreiften Blättern kultivirt. — *Anthoxanthum* odoratum, Ruchgras, mit nur zwei Staubblättern, ährenförmiger Rispe, auf Wiesen gemein, verursacht den angenehmen Geruch des Heus.

Unterfamilie 3. Andropogoneae. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die größte: *Zea* Mais, Mais, in wärmeren Gegenden gebaut; die Blüthen sind einhäusig; die männlichen in lockerer Rispe an der Spitze des Halms, die weiblichen seitlich unten am Halm zu einem dicken, von scheidigen Blättern umhüllten Kolben angeordnet. — *Saccharum* officinarum, Zuckerrohr, in Ostindien einheimisch.

Unterfamilie 4. Paniceae. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die kleinste: *Panicum* in mehreren Arten, besonders auf Ackerland, die Ährchen in fingerig oder traubig zusammengestellten Ähren.

II. Gruppe. **Poaeoideae.** Nur zwei Hüllspelzen; bei einblüthigen Ährchen sind die oberen Blüthen verkümmert.

Unterfamilie 5. Chlorideae. Die Ährchen einblüthig, zweizeilig in fingerig zusammengestellten Ähren: *Cynodon* Dactylon, an wüsten Plätzen stellenweise häufig.

Unterfamilie 6. Stipeae. Ährchen einblüthig, stielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, in Rispen: *Stipa* pennata mit sehr langer, federig behaarter Granne. — *Milium* effusum ohne Granne, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 7. Agrostideae. Ährchen einblüthig, von der Seite zusammengedrückt, in verschiedener Anordnung:

a) in lockeren Rispen: *Agrostis* mit kahler oder nur kurz behaarter Achse des Ährchens, A. vulgaris, stolonifera häufig auf Wiesen, in Gebüschen, A. Spica venti, Windhalm, häufig auf Äckern. — Bei *Calamagrostis* (in mehreren Arten an Flußufern, in Wäldern) ist die Ährchenachse mit langen Haaren besetzt.

b) in zusammengezogenen Rispen: *Alopecurus*, Fuchsschwanzgras, mit am Grunde verwachsenen Hüllspelzen und nur rudimentärer Vorspelze. — *Phleum* mit freien Hüllspelzen und deutlicher Vorspelze, beide häufig auf Wiesen.

c) in einfacher Ähre sitzend: *Nardus* stricta, Borstengras; die Hüllspelzen sind sehr verkümmert oder fehlen ganz: nur eine Narbe; die Halme und Blätter sind sehr rauh; auf Moorwiesen und magerem Boden nicht selten.

Unterfamilie 8. Avenaceae. Ährchen mehr- (meist zwei-) blüthig; die Hüllspelzen (wenigstens eine) so lang als das ganze Ährchen: *Avena*, Hafer, mit lockerer Rispe, zweizähniger Deckspelze, in mehreren Arten: A. elatior, pubescens, flavescens, häufig auf Wiesen. Als Getreide werden gebaut: A. sativa mit allseitswendiger, A. orientalis mit einseitswendiger Rispe, A. strigosa mit behaarter Ährchenachse, A. nuda mit meist dreiblüthigen Ährchen. — *Aira* caespitosa und flexuosa, Schmiele mit abgestutzter Deckspelze, häufig auf Wiesen, in Wäldern. — *Holcus*, Honiggras, die obere Blüthe des zweiblüthigen Ährchens meist männlich; die Blattscheiden weichhaarig, häufig auf feuchten Wiesen.

Unterfamilie 9. Arundineae. Ährchen mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als das Ährchen, die Ährchenachse mit seidenartigen Haaren besetzt: *Phragmites* communis, Schilf, an Ufern gemein. — *Molinia* coerulea mit sehr langem, größtentheils aus nur einem Internodium bestehendem Halm, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 10. Festucaceae. Ährchen meist mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als die unterste Deckspelze: *Melica*, Perlgras, mit bisweilen einblüthigen

Ährchen und längeren Hüllspelzen, in Wäldern häufig. — *Briza*, Zittergras, mit seitlich zusammengedrückten, an der Basis herzförmigen Ährchen, auf Wiesen gemein. — *Köleria* cristata mit zusammengezogener Rispe, auf trockenen Wiesen häufig. — *Dactylis* glomerata, Knäuelgras, mit zusammengezogener aber in einzelne länger gestielte Abschnitte getheilter Rispe, gemein auf Wiesen. — *Poa* pratensis. trivialis u. a. auf Wiesen gemein, Ährchen seitlich stark zusammengedrückt, die Spelzen mit scharfem Kiel, P. annua, gemein an Wegen. — *Festuca* elatior u. a., Schwingel, gemein auf Wiesen. — *Bromus*, Trespe, in mehreren Arten, gemein in Feldern (B. secalinus), auf Wiesen (B. mollis u. a.), an Wegen (B. sterilis, tectorum). — *Brachypodium* mit sehr kurz gestielten Ährchen in einfacher Ähre, häufig auf Wald- und Haidewiesen.

Unterfamilie 11. Hordeaceae. Die Ährchen sitzen in Einsenkungen der Spindel in einer sog. Ähre. — Bei *Lolium*, Lolch (L. perenne überall gemein), stehen die Ährchen mit ihrem Rücken (d. h. mit der Mittellinie der einen Spelzenreihe) gegen die Hauptspindel, die dieser zugewendete Hüllspelze meist verkümmert. Bei allen anderen Gattungen wenden die Ährchen ihre Seite der Hauptspindel zu. — *Secale* cereale, Roggen, mit zweiblüthigen Ährchen, schmalen pfriemlichen Hüllspelzen. — *Triticum*, Weizen, mit drei- bis mehrblüthigen Ährchen, eiförmigen Hüllspelzen; T. repens, Quecke, überall gemein, wegen des weitkriechenden Rhizoms ein lästiges Unkraut in Gärten. Kultivirt werden: T. vulgare, gemeiner Weizen, mit langen Hüllspelzen, deren Rücken gerundet, und T. turgidum, englischer Weizen, mit gekielten kürzeren Hüllspelzen, diese beiden mit zäher Ährenspindel und von den Spelzen fest umschlossener Frucht; T. Spelta, Spelz oder Dinkel, mit fast vierkantiger Ähre; T. dicoccum, Emmer, mit zusammengedrückter Ähre. Alle Arten variiren mit langer und sehr kurzer Granne. — *Hordeum*, Gerste, drei einblüthige Ährchen sitzen gemeinsam in einer Einsenkung der Spindel. H. murinum, Mäusegerste, niedrig, gemein an Wegen, Mauern. Kultivirt werden besonders: H. vulgare und H. hexastichum mit lauter fruchtbaren Ährchen, bei letzterer gleichmäßig abstehend, daher sechszeilig, bei ersterer die mittleren anliegend, die seitlichen abstehend, daher »vierzeilig«; ferner H. distichum, zweizeilige Gerste, deren seitliche Ährchen männlich sind, daher die Früchte nur in zwei Zeilen. Die Frucht ist meist mit den Spelzen verwachsen.

Offizinell: Rhizoma Graminis, die unterirdischen weitkriechenden Ausläufer der Quecke, Triticum repens. — Amylum Tritici, Stärkemehl der Frucht von Triticum vulgare.

Ordnung 5. Scitamineae.

Blüthen zygomorph oder asymmetrisch: $\downarrow P3 + 3\ A3 + 3\ G\underline{(3)}$, jedoch mit bisweilen sehr starker Reduktion des Andröceums. Beide Perigonkreise corollinisch, oder der äußere calicinisch. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Frucht eine Kapsel oder Beere. Kein Endosperm, aber reichliches Perisperm. — Stattliche Kräuter mit großen Blättern, deren Spreite fiedernervig.



Fig. 205. Diagramm von Musa.

Fam. 1. Musaceae. Perigon corollinisch, unregelmäßig ausgebildet, das vordere äußere Blatt meist sehr groß, das hintere innere immer sehr klein, bei Musa sind die 5 vorderen zu einer hinten offenen Röhre verwachsen; das hintere Staubblatt steril oder fehlend, die anderen nicht immer fertil. Die Unterfamilie der Heliconieen weicht im Blüthenbau ab. Stauden von kolossalem Wuchs mit mehrere Meter langen Blättern. Die Blüthen stehen

meist in ährenförmigen Blüthenständen in der Achsel großer, oft gefärbter Deckblätter, bisweilen zahlreich in der Achsel je eines Deckblattes.

Musa paradisiaca, Pisang, M. Sapientum, Banane, und M. Ensete stammen aus der Tropenregion der alten Welt; die beiden ersteren sind jetzt auch in Amerika verbreitet und erfahren ausgedehnte Anwendung; die beerenartigen Früchte werden gegessen, die Fibrovasalstränge zu Geweben benutzt.

Fam. 2. Zingiberaceae. Perigon zygomorph. Die drei Staubblätter des äußeren Kreises sind zu einem blattartigen dreilappigen Gebilde, dem Labellum verwachsen, dessen vorderer mittlerer Lappen sehr groß ist. Vom inneren Kreise trägt nur das hintere Staubblatt eine vollständige Anthere, die beiden anderen sind in kleine drüsenartige Gebilde verwandelt. Alpinia (Fig. 206 *B*) scheint im Blüthenbau abzuweichen.

Offizinell: Rhizoma Zingiberis, Ingwer, von Zingiber officinale in Ostindien (in Westindien auch kultivirt). — Rhizoma Zedoariae, Zittwer, von Curcuma Zedoaria in Ostindien. — Rhizoma Galangae von Alpinia officinarum in China. Fructus Cardamomi von Elettaria Cardamomum in Ostindien.

Das Stärkemehl der Rhizome von *Curcuma* angustifolia und leucorrhiza kommt als ostindisches Arrow-root in den Handel.

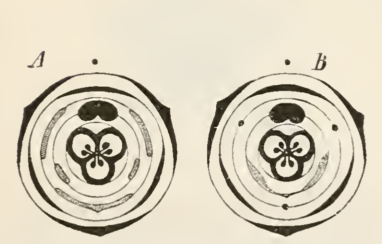


Fig. 206. Diagramme von Zingiberaceenblüthen. *A* Hedychium, *B* Alpinia.

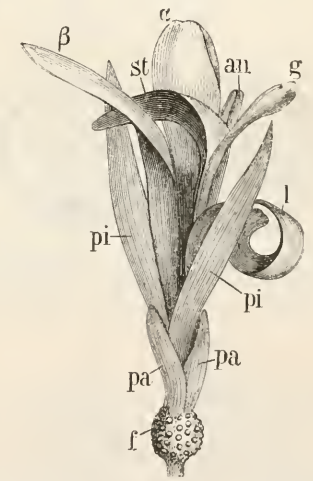


Fig. 207. Blüthe von Canna indica (nat. Gr.). *f* der unterständige Fruchtknoten, *pa* äußeres, *pi* inneres Perigon, *g* Griffel, *st* das fertile Staubblatt mit der Anthere *an*, *l* Labellum, *α* und *β* die beiden anderen Staminodien (nach *Eichler*).

Fam. 3. Cannaceae. Das Andröceum wird von einer Anzahl blumenblattartiger Gebilde repräsentirt, von denen eines (das hintere Staubblatt des inneren Kreises) eine halbe Anthere trägt (Fig. 207 *st*, *an*); von den übrigen Staminodien ist eines größer, zurückgerollt, das Labellum (Fig. 207 *l*), die anderen schmäleren (Fig. 207 *α* und *β*) wechseln in ihrer Zahl nach den Arten.

Canna indica und mehrere andere Arten werden als Zierpflanzen häufig kultivirt. — Das Stärkemehl des Rhizoms von Maranta arundinacea in Westindien ist das eigentliche »Arrow-root«.

Ordnung 6. Gynandrae.

Blüthen zygomorph, im Andröceum reducirt, dieses mit dem Gynäceum verwachsen. $\downarrow P3 + 3A1 + 2G\overline{(3)}$. Fruchtknoten unterständig. Samen sehr klein, ohne Endosperm; Embryo ein winziger ungegliederter Gewebekörper.

Fam. 1. **Orchideae.** Die Blüthen der meisten Gattungen entsprechen der Formel: $\downarrow P3 + 3A1 + \div 2G\overline{(3)}$, die von Cypripedium jedoch $\downarrow P3 + 3A \div 1 + 2G\overline{(3)}$ (Fig. 208 *A*, *B*). Die Blüthe ist durch Drehung des Fruchtknotens (Fig. 209 *f*) gewöhnlich so gedreht, daß die hinteren Glieder, statt wie gewöhnlich nach oben, nach unten zu stehen kommen. Die beiden Perigonkreise sind corollinisch und zwar zygomorph ausgebildet. Das hintere Blatt des inneren Kreises, **Labellum** genannt (Fig. 209, s. auch Fig. 180 *l*), ist stets größer als die übrigen und von mannigfaltiger Form, häufig mit einem Sporn (Fig. 209 *sp*) oder einer sackartigen Höhlung (Fig. 180) versehen. Die Filamente der drei Staubblätter sind mit den drei

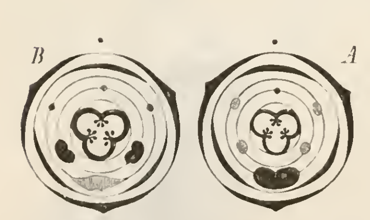


Fig. 208. Diagramme von Orchideenblüthen; *A* der gewöhnlichen Form, *B* von Cypripedium; die schraffirten Staubblätter sind Staminodien.



Fig. 209. Blüthe von Orchis mascula (2mal vergr.). *f* der gedrehte Fruchtknoten: *a a a* die drei äußeren Perigonblätter, *i i* zwei der inneren, *l* das dritte innere Perigonblatt, Labellum mit Sporn *sp*, *n* Narbe, *p* die Pollensäcke.

Griffeln zu einer gemeinschaftlichen Säule, dem **Gynostemium** (Fig. 180 *S*, Fig. 211 *B* und *C*, *gs*) verwachsen. Das fertile Staubblatt trägt eine zweifächerige (durch Schwinden der Scheidewand öfter ein-, seltener vierfächerige) Anthere, die beiden anderen sind Staminodien (Fig. 180 *x*) und erscheinen bisweilen nur als kleine zahnartige Vorsprünge (Fig. 209). — Der Pollen zerfällt bei einigen in die einzelnen Körner, bei anderen bleiben diese zu Tetraden, bei den meisten zu Massen vereinigt, deren jede einem Pollensack entstammt (Fig. 209 *p*, 180 *p*). — Bei der Bestäubung, die hier immer durch Insekten vermittelt wird, bleiben diese Pollenmassen mittelst eines klebrigen Theils der Narbe, des **Rostellum** (Fig. 180 *h*), beide am Insektenrüssel haften, von dem sie in anderen Blüthen an der Narbe abgesetzt werden. Bei ausländischen Formen sind diese Verhältnisse viel verwickelter. — Der unterständige Fruchtknoten ist einfächerig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenanlagen.

Die bei uns einheimischen Arten besitzen unterirdische Rhizome oder

Knollen. Diese Knollen sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden, die eine ältere, zur Blüthezeit schlaffere (Fig. 210 *A* und *B*, 1) trägt den oberirdischen blüthentragenden Stengel (Fig. 210 *s*) oder bei jungen Pflanzen einen kurzen unterirdischen Stamm, der nur Blätter über die Erde treibt. Am oberen Ende dieser Knolle entspringt die festere Knolle (Fig. 210, 2), welche an ihrem Gipfel die Knospe des nächstjährigen Stammes (*K*) trägt. Die Knolle ist aufzufassen als eine Seitenknospe, welche mit ihrer ersten Wurzel (oder deren mehreren, Fig. 210 *B*) zusammen verschmilzt und anschwillt; die Spitze der ungetheilten (Fig. 210 *A*), sowie die Spitzen der getheilten handförmigem Knollen (Fig. 210 *B*) haben, wenigstens im jungen Zustande, die Beschaffenheit von Wurzelspitzen.

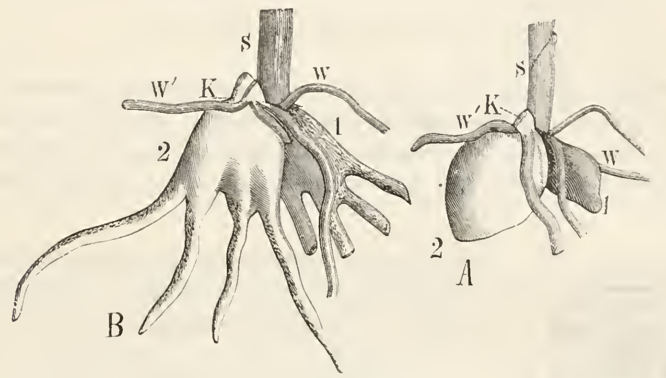


Fig. 210. Knollen *A* von Orchis Morio, *B* von Gymnadenia conopsea; *s* blüthentragende Stengel, *1* die diesjährige, *2* die nächstjährige Knolle mit Knospe *k*; *w* und *w'* Wurzeln (nat. Gr.).

Orchis Morio, militaris, mit rundlichen oder länglichen Knollen (Fig. 210 *A*), O. latifolia, incarnata mit handförmigen in Wurzeln ausgehenden Knollen (Fig. 210 *B*), häufig auf feuchten Wiesen. — *Gymnadenia* conopsea mit langer Blüthenähre, und ebenfalls handförmigen Knollen, in Wäldern, auf Haiden. — *Ophrys* myodes, apifera, aranifera mit zierlichen, im Aussehen an Insekten erinnernden Blüthen, ziemlich selten auf Haiden, in Auen. — *Cephalanthera* rubra, *Epipactis* latifolia u. a. mit kriechendem Rhizom, in Wäldern. — *Corallorrhiza* innata mit korallenähnlich verzweigtem unterirdischen Rhizom, ohne Wurzeln, *Epipogon* Gmelini ebenfalls ohne Wurzeln, chlorophyllfrei, leben im Humus der Gebirgswälder, selten. — *Neottia* Nidus avis, ebenfalls ein chlorophyllfreier Humusbewohner, besitzt ein dicht mit fleischigen Wurzeln, die wie die Zweige in einem Vogelneste untereinander verschlungen sind, besetztes Rhizom, häufig in Wäldern. — *Cypripedium* Calceolus, Frauenschuh, in Gebirgswäldern, mit kriechendem Rhizom und breiten eiförmigen Blättern. Die Perigonblätter sind braunroth gefärbt, das

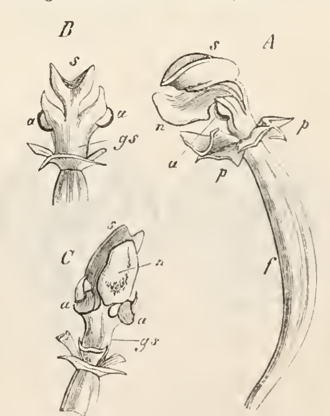


Fig. 211. Blüthe von Cypripedium Calceolus: die Perigonblätter *pp* sind abgeschnitten. *A* von der Seite, *B* von hinten, *C* von vorne: *f* Fruchtknoten, *gs* Gynostemium, *aa* die beiden fertilen Staubblätter, *s* Staminodium. *n* Narbe (nach *Sachs*).

gelbe Labellum bildet einen schuhförmigen hohlen Sack. Der Blüthenbau weicht von dem oben geschilderten der meisten Gattungen ab. Hier sind die beiden Staubblätter, die bei den übrigen Staminodien sind, fertil (Fig. 211 *aa*, vergl. Fig. 208), und das vordere, das sonst allein eine Anthere trägt, ein großes Staminodium (Fig. 211 *s*).

Einen noch größeren Reichthum an Formen besitzen die in den Tropen vorkommenden Gattungen und Arten, welche meist auf Bäumen leben und mächtige Luftwurzeln treiben. — *Vanilla* planifolia und andere Arten haben eine lange schotenförmige Frucht, die sich durch ihren feinen Geruch auszeichnet, und unter dem Namen Vanille allgemein bekannt ist. — *Vanda*, *Oncidium*, *Phajus* u. a. sind Gattungen, die wegen ihrer schönen, oft wohlriechenden Blüthen in Gewächshäusern kultivirt werden.

Offizinell: Tubera Salep, die rundlichen Knollen von Orchis Morio, mascula, ustulata, militaris, Anacamptis pyramidalis, sowie die handförmigen von Platanthera bifolia u. a. — Fructus Vanillae von Vanilla planifolia in Mexico.

Ordnung 7. Helobiae.

Blüthen aktinomorph, im allgemeinen nach dem Monocotylentypus gebaut, jedoch mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum, $P3 + 3$ $A3 + 3 + \ldots$ $G3 + \ldots$ Fruchtknoten unterständig oder oberständig und dann apokarp. Endosperm spärlich oder fehlend. — Sumpf- oder Wasserpflanzen.



Fig. 212. Diagramm der Blüthe von Triglochin.

Fam. 1. Juncagineae. $P3 + 3$ $A3 + 3$ $G\underline{3 + 3}$. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Der äußere Fruchtblattkreis schlägt hier und da fehl.

Triglochin palustre häufig in Sümpfen, an Ufern. Die Blüthen stehen in einer langen lockeren Ähre ohne Deckblätter in spiraliger Anordnung. — *Scheuchzeria* palustris, seltener in Mooren, die Blüthen stehen in der Achsel zweizeilig gestellter Deckblätter.

Fam. 2. Alismaceae. $K3$ $C3$ $A3^2 + 3$ oder ∞ $G3 + 3$ oder ∞.

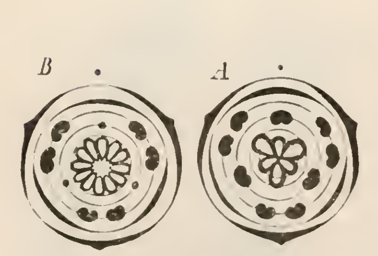


Fig. 213. Diagramme von Alismaceen, *A* Butomus, *B* Alisma.

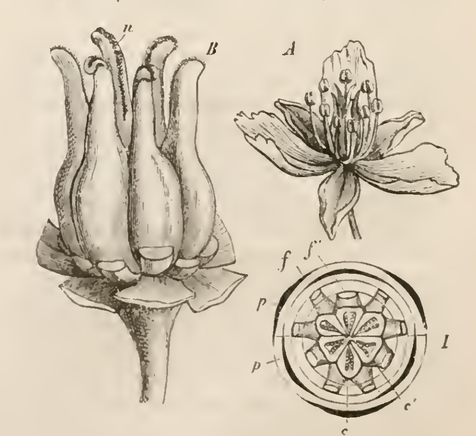


Fig. 214. Butomus umbellatus, *A* Blüthe (nat. Gr.), *B* Gynäceum, *n* Narben (vergr.); *I* Diagramm, *p p* Perigon; *f* Staubblätter des äußeren Wirtels, verdoppelt; *f'* des inneren Wirtels; *c* äußerer, *c'* innerer Fruchtblattwirtel (nach *Sachs*).

Der äußere Perigonkreis kelchartig, oft an der Basis verwachsen, der innere corollinisch, weiß oder violett.

Butomus umbellatus (Fig. 213 *A*, 214); die Blüthen von der Formel $K3\ C3\ A3^2 + 3\ \underline{G3+3}$ mit violetten Kronenblättern stehen in einer aus Schraubeln zusammengesetzten Dolde auf der Spitze meterhoher Stengel, die mit eben so langen Blättern aus dem unterirdischen Rhizom entspringen. Die Samen zahlreich an der Innenfläche des Fruchtblatts (s. Fig. 172 *C*).

Alisma Plantago, Froschlöffel (Fig. 213 *B*). $K3\ C3\ A3^2 + 0\ G\ \infty$; die zahlreichen monomeren einsamigen Fruchtknoten stehen dichtgedrängt auf dem verbreiterten Blüthenboden. Die Hauptachse des großen Blüthenstandes trägt quirlig gestellte Zweige, die sich schraubelähnlich weiter verzweigen. Gemein an nassen Orten.

Sagittaria sagittaefolia, Pfeilkraut. $K3\ C3$, ♂ $A\ \infty$, ♀ $G\ \underline{\infty}$, monöcisch. Die Blüthen stehen in dreizähligen Quirlen, die männlichen in den oberen, die weiblichen in den unteren. Die sehr zahlreichen, einsamigen Fruchtknoten auf einem fleischigen Köpfchen. Nur die Blüthenstände und die pfeilförmigen Blattspreiten ragen über das Wasser empor.

Fam. 3. Hydrocharideae. Fruchtknoten unterständig. $K3\ C3\ A3 + 3 + \ldots\ G\ \overline{(3+\ldots)}$. Blüthen meist diklinisch, indem die weiblichen Blüthen statt der Staubblätter Staminodien tragen, die männlichen kein Gynäceum, dafür aber vermehrte Kreise im Andröceum enthalten. — Wasserpflanzen.

Elodea canadensis, Wasserpest, mit gestrecktem Stamm, einnervigen, in dreizähligen Quirlen stehenden Blättern; stammt ursprünglich aus Nordamerika, hat sich in den Flüssen Norddeutschlands in einer für die Schiffahrt lästigen Weise verbreitet.

Vallisneria spiralis lebt in Seen und Gräben des wärmeren Europas untergetaucht. Stamm kurz mit dichtgedrängten schmalen Blättern. Die weiblichen Blüthen werden über das Wasser auf langen Stielen emporgehoben; die männlichen Blüthenstände reißen sich los und schwimmen auf dem Wasser umher, um die weiblichen Blüthen zu befruchten; die Frucht reift wieder auf dem Grunde des Wassers.

Stratiotes aloides mit starren schmalen Blättern. — *Hydrocharis* Morsus ranae, Froschbiß; das Pflänzchen trägt rundliche herzförmige Blätter und schwimmt auf dem Wasser.

Klasse XIX.

Dicotyledones.

Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen: das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter sind fast immer netzaderig: der Blüthenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Der reife Same enthält bisweilen ein großes Endosperm und einen kleinen Embryo (z. B. Umbelliferen, Euphorbiaceen); häufig ist aber der Embryo verhältnismäßig groß und das Endosperm nimmt einen kleinen Raum ein (z. B. Labiaten), oder endlich das Endosperm fehlt ganz und der Embryo erfüllt den ganzen von der Samenschale umschlossenen Raum (z. B. Roßkastanie, Leguminosen, Compositen).

Der Embryo ist gewöhnlich gegliedert und besteht aus einem Achsenkörper und zwei opponirten Cotyledonen; in seltenen Fällen (z. B. Corydalis) ist nur ein Cotyledon vorhanden, oder es treten abnormerweise bisweilen drei auf (z. B. Eiche, Mandel). Die Cotyledonen bilden gewöhnlich die Hauptmasse des Embryos, z. B. bei Leguminosen (Fig. 215 *A*, *c*), Roßkastanie, wo sie dick und fleischig werden. Das Stammende trägt über den Cotyledonen entweder eine mehrblätterige Knospe, z. B. Vicia

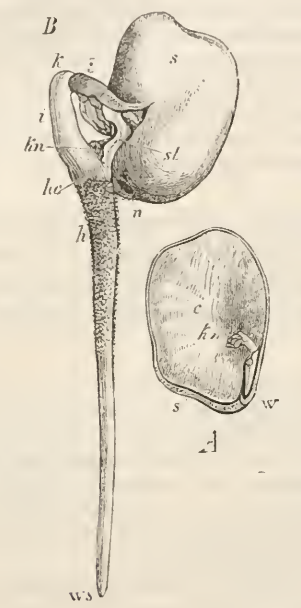


Fig. 215. Keimung von Vicia Faba. *A* reifer Same nach Wegnahme des einen Cotyledons; *s* Samenschale, *c* Cotyledon, *kn* Blattknospe, *w* Wurzelende; *B* Keimung; *st* Stiele der Cotyledonen; *k* Krümmung des epicotylen Gliedes *i*; *hc* hypocotyles Glied; *h* die Hauptwurzel, *ws* deren Spitze (nach *Sachs*).

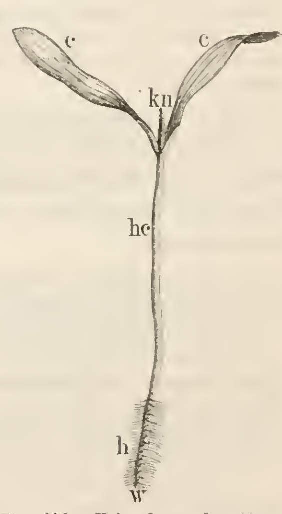


Fig. 216. Keimpflanze des Ahorns, (nat. Gr.); *cc* die beiden Cotyledonen, *kn* Gipfelknospe des Stämmchens, *hc* hypocotyles Glied, *w* Pfahlwurzel mit Wurzelhaaren *h*, unten nicht mehr ganz gezeichnet.

(Fig. 215 *kn*), oder endigt nackt. — Bei den chlorophyllfreien kleinsamigen Humusbewohnern und Schmarotzern (z. B. Monotropa, Orobanche) ist der Embryo ungegliedert und besteht nur aus einer wenigzelligen Gewebemasse.

Bei der **Keimung** verlängert sich das hypocotyle Glied nach Sprengung der Samenschale so weit, um die Wurzel aus dem Samen hinauszuschieben, welche nun selbst rasch wächst und eine bedeutende Länge erreicht (Fig. 215 *B*, *h*), während die übrigen Theile noch im Samen verweilen. Die Cotyledonen bleiben nun entweder während der ganzen Keimung im Samen stecken und gehen, nachdem die Nahrungsstoffe aus ihnen in die Pflanze übergegangen sind, zu Grunde (z. B. Roßkastanie, Vicia, Fig. 215); es strecken sich dabei deren Stiele so weit, daß die Stammknospe, anfangs eingebogen, hinausgeschoben wird und sich später aufrichtet. Gewöhnlich aber (Fig. 216) treten die Cotyledonen aus der Samenschale heraus, ergrünen und fungiren als die ersten Laubblätter der Pflanze.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt häufig auch die Hauptachse der Pflanze, welche, am Gipfel sich verlängernd, zahlreiche schwächere Seitensprosse erzeugt; es kommt aber auch sehr oft vor, daß späterhin Seitenzweige sich ebenso stark entwickeln wie der Hauptstamm; indem dabei die untersten schwächeren Seitenzweige absterben, kommen die Baumkronen der Laubbäume zu stande; bei den Sträuchern entspringen solche kräftige Seitenzweige schon nahe an der Basis des Hauptstammes. Bei vielen Laubbäumen sind aber der Stamm und die Zweige Sympodien, indem jährlich die oberste Seitenknospe die Richtung der Mutterachse fortsetzt, während deren Gipfel sich nicht weiter entwickelt. Außerdem bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen, als Rhizome, Ausläufer, Knollen- (seltener Zwiebel-)bildung an Stämmen und Wurzeln, durch welche das Leben des Individuums an neue Seitenachsen übergeht. — Wo die Keimachse fortan die Hauptachse bleibt, da erreicht auch die Hauptwurzel eine mächtige Entwickelung als Pfahlwurzel, aus welcher die Seitenwurzeln in akropetaler Reihenfolge hervorbrechen; wenn das Längenwachsthum der Pfahlwurzel erlischt, treten zahlreiche adventive Wurzeln an ihren älteren Theilen auf, welche gleich den anderen Seitenwurzeln in mehreren Generationen erzeugen können und so ein mächtiges Wurzelsystem aufbauen.

Die Fibrovasalstränge des Stammes sind fast immer offene und vermitteln durch die Thätigkeit des sich konstituirenden Cambiumringes das Dickenwachsthum der kräftigeren Stämme (s. § 31). In einzelnen Fällen verlaufen außer diesen zu einem Kreis geschlossenen Strängen noch andere isolirte Stränge durch den Stamm, z. B. bei Begonia, Aralia; oder es finden noch komplizirtere Verhältnisse in der Anordnung der Stränge statt, z. B. bei Piperaceen, Sapindaceen, Menispermaceen, Phytolacca u. a.

Die Verzweigung des Stammes ist fast immer monopodial und vorherrschend axillär. Natürlich bilden die Fälle, wo die Deckblätter der Sprosse, wie z. B. in den Blüthentrauben der Cruciferen, unterdrückt sind, keine Ausnahme. Hingegen kommen extraaxilläre Zweige in dorsiventralen Infloreszenzen und sonst (bei Asclepiadeen u. a.) vor.

Die Blätter zeigen in ihren Stellungs- und Formverhältnissen die größte Mannigfaltigkeit. Die Laubblätter sind gewöhnlich in Stiel und Spreite gesondert, stengelumfassende Scheiden kommen seltener vor, dagegen häufig Nebenblätter. Verzweigung des Blattes ist sehr häufig und gewöhnlich schon durch Zähne und andere Einschnitte am Rande angedeutet. — Die Nervatur der Laubblätter ist (mit Ausnahme der dicken, fleischigen Blätter) durch die zahlreichen auf der Unterseite vortretenden Nerven und deren zahlreiche krummlinige Anastomosen ausgezeichnet. Gewöhnlich ist ein Mittelnerv vorhanden, welcher rechts und links seitliche Nerven abgiebt.

Die Blüthen, welche bei seitlicher Stellung zumeist zwei Vorblätter besitzen, lassen sich nicht auf einen Typus zurückführen, sondern sind ziemlich verschieden gebaut:

Bei einer Anzahl von Formen finden wir Perigon und Andröceum isomer, gewöhnlich vier-, fünf- oder sechszählig; die Anordnung ist ent-

weder spiralig ($^2/_5$) oder quirlig, so daß immer die Staubblätter den Perigonblättern superponirt sind; letztere sind unter sich von gleicher Beschaffenheit, calicinisch: eine Krone existirt nicht (Julifloren). *P*5 | *A*5 oder *Pn* + *n An* + *n*; *n* = 2 oder 3.

Hieran schließen sich in gewisser Beziehung solche Blüthen, in denen zu dem Perigon der ersteren noch eine damit alternirende Krone hinzukommt; zugleich erscheint noch ein zweiter der Krone superponirter Staubblattkreis (viele Centrospermae). *Kn Cn An* + *n*; *n* meist = 5.

Bei einem anderen, hiermit zunächst nicht vergleichbaren Typus sind alle Blüthentheile in fortlaufender Spirale angeordnet, das Perigon entweder einfach, oder an Stelle der untersten Staubblätter erscheint eine Krone, welche bei Isomerie sich meist mit dem Kelch in Alternation setzt (Polycarpicae); durch vielfache Übergänge verbunden sind damit Blüthen, deren Staubblätter sich ebenfalls quirlig ordnen, geringer an Zahl sind, und die wiederum den Bau *Kn Cn An* + *n*; *n* meist = 5 oder 4 besitzen. Indem die einen oder anderen Staubblätter (häufig die inneren) nicht zur Entwickelung kommen, oder Verdoppelung, Verzweigung oder Verwachsungen eintreten, wird dieser Typus, der weitaus am zahlreichsten vertretene, höchst mannigfaltig (die meisten Eleutheropetalae und Gamopetalae).

Endlich bleiben noch Blüthen mit nur einfachem Perigon übrig, die sich mit keinem der obigen Typen vergleichen lassen, die somit einstweilen unerklärt sind und die Verwandtschaft der betreffenden Familien zweifelhaft lassen (Monochlamydeen).

Die Unterabtheilungen, in welche wir in folgendem System die Dicotyledonen eintheilen, sind vorzugsweise durch die eben geschilderten Verschiedenheiten des Blüthenbaues charakterisirt: es ist jedoch unmöglich, scharfe Grenzen zwischen den Abtheilungen, den Ordnungen, ja theilweise sogar der Familien anzugeben; denn den Platz, welchen eine Pflanze im Systeme einzunehmen hat, entscheidet nicht ein einziger Charakter, sondern die Gesammtheit der Charaktere.

I. Unterklasse. **Juliflorae.** *Die Blüthen sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem calicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.*

Ordnung 1. Amentaceae.
- 2. Piperinae.
- 3. Urticinae.

II. Unterklasse. **Monochlamydeae.** *Die Blüthen mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen und ähnlichen Blüthenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. Pflanzen von zweifelhafter Verwandtschaft.*

Ordnung 4. Serpentariae.
- 5. Rhizantheae.
- 6. Balanophoreae.
- 7. Santalinae.

III. Unterklasse. **Eleutheropetalae.** *Das Perigon ist selten einfach, meist in Kelch und Krone gesondert, wenn auch letztere in vielen Fällen wiederum fehlschlägt. Die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.*

A. **Centrospermae.** *Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert; Fruchtknoten oberständig mit einer zentralen Samenanlage oder zentraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandener) Placenta. Same mit Endosperm.*

Ordnung 8. Centrospermae.

B. **Aphanocyclicae.** *Blüthen acyklisch, hemicyklisch oder cyklisch, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltener in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon. Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apokarp, mit zumeist wandständigen Placenten.*

Ordnung 9. Polycarpicae.
- 10. Rhoeadinae.
- 11. Cistiflorae.
- 12. Columniferae.

C. **Eucyclicae.** *Blüthen meist hypogyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone, und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubblattkreisen, nur selten mit mehr Staubblättern. Fruchtknoten synkarp.*

Ordnung 13. Gruinales.
- 14. Terebinthinae.
- 15. Aesculinae.
- 16. Frangulinae.
- 17. Tricoccae.

D. **Caliciflorae.** *Blüthen fast immer perigyn oder epigyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, meist mit Kelch und Krone; Staubblätter in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen. Fruchtknoten synkarp oder apokarp.*

Ordnung 18. Umbelliflorae.
- 19. Saxifraginae.
- 20. Passiflorinae.
- 21. Opuntinae.
- 22. Myrtiflorae.
- 23. Thymelaeinae.
- 24. Rosiflorae.
- 25. Leguminosae.

IV. Unterklasse. **Gamopetalae.** *Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblätterig, nur höchst selten unterdrückt.*

A. **Isocarpeae.** *Fast immer ebensoviel Karpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig.*

Ordnung 26. Bicornes.
- 27. Primulinae.
- 28. Diospyrinae.

B. **Anisocarpeae.** *Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Karpelle.*

1. Hypogynae. Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 29. Contortae.
- 30. Tubiflorae.
- 31. Labiatiflorae.

2. Epigynae. Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 32. Campanulinae.
- 33. Rubiinae.
- 34. Aggregatae.

I. Unterklasse. Juliflorae.

Die Blüthen sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem calicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.

Ordnung 1. Amentaceae.

Blüthen meist diklinisch und monöcisch, in meist kätzchenartigen Blüthenständen. Perigon, wenn vorhanden, aus fünf, vier (d. h. zweimal zwei) oder sechs (d. h. zweimal drei) calicinischen Blättern bestehend; die Staubblätter meist vor den Perigonblättern. Fruchtknoten ober- oder unterständig, di- oder trimer mit mehreren Samenanlagen, die Frucht oft durch Fehlschlagen eine einsamige Schließfrucht; Same ohne Endosperm. Die Blüthen meist mit Vorblättern versehen, welche oft zu Umhüllungen der Frucht werden.

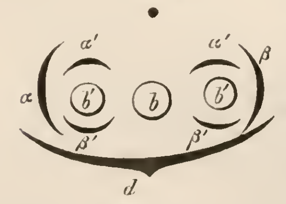


Fig. 217. Diagramm der Blüthengruppe der Cupuliferen, *d* Deckschuppe, *b* die Mittelblüthe mit den Vorblättern *α* und *β*, *b' b'* die beiden Seitenblüthen mit den Vorblättern *α* und *β*.

Fam. 1. Cupuliferae. Monöcisch; Fruchtknoten unterständig, Frucht eine einsamige Schließfrucht; Vorblätter bilden Umhüllungen der Frucht, welche aber nicht immer mit dieser verbunden abfallen; ihre Anordnung folgt folgendem Typus: in der Achsel der Deckschuppe (welche spiralig an der Kätzchenachse stehen) und dieser aufgewachsen steht eine Blüthe mit zwei Vorblättern *α* und *β*: in deren Achsel je wieder eine

Blüthe mit den Vorblättern α_1 und β_1 (Fig. 217). Blätter einfach, mit Nebenblättern. — Bäume und Sträucher.

Unterfam. 1. Betuleae. Beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen. Weibliche Blüthen ohne Perigon; Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenanlagen; einsamige Schließfrucht ohne Hülle; die Deckschuppe verwächst mit den zwei oder vier Vorblättern (die Vorblätter α_1 fehlen stets) zu einer drei- oder fünflappigen Schuppe, welche mit der Frucht nicht zusammenhängt.

Alnus, Erle. In den männlichen Kätzchen auf der Deckschuppe die drei Blüthen mit vier Vorblättern, jede Blüthe mit vier Perigonblättern und vier ungetheilten Staubblättern; in den weiblichen fehlt die Mittelblüthe auf jeder Deckschuppe; die vier Vorblätter (Fig. 218 *B*, *v*) verwachsen mit der Deckschuppe (*s*) zu einer fünflappigen holzigen Schuppe, die nach dem Abfallen der meist ungeflügelten Früchte an der Kätzchenspindel stehen bleibt. Die männlichen Kätzchen stehen am Ende, die weiblichen auf dem obersten Seitenzweig der vorjährigen Triebe, überwintern beide frei, ohne von Knospenschuppen eingeschlossen zu sein, und blühen vor dem Laubausbruch. Die Blätter stehen meist nach $^1/_3$; bei A. incana, der Weiß-Erle (meist an hartem Wasser), sind sie spitz, unterseits grau, bei A. glutinosa, der Schwarz-Erle (meist an weichem Wasser), stumpf, oft ausgerandet, unterseits heller grün. — Bei Alnus viridis, der Berg-Erle (Strauch der Alpen), überwintern nur die männlichen Kätzchen nackt, die Frucht mit Flügelsaum.

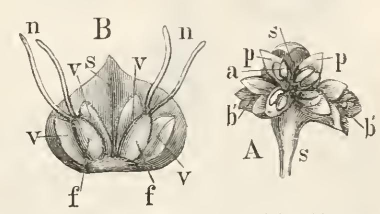


Fig. 218. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens von Alnus incana; mit der Schuppe *s* ist ihr Achselsproß verwachsen, welcher vier kleine Hochblätter und drei Blüthen trägt; davon sind zwei (*b' b'*) von der Seite sichtbar, die mittlere von oben, *p* Perigon, *a* Staubblätter. *B* Schuppe (*s*) des weiblichen Kätzchens derselben Pflanze; ihr Achselsproß trägt zwei Zweige, jeder davon zwei Vorblätter *v v*, und eine Blüthe; *f* deren Fruchtknoten, *n* die Narben (vergrößert und schematisirt).

Betula, Birke. In beiderlei Kätzchen sind die drei Blüthen nur mit den Vorblättern α und β entwickelt; in den männlichen Blüthen ist das Perigon meist unvollzählig und nur zwei Staubblätter entwickelt, diese aber tief zweispaltig; in den weiblichen Kätzchen verwachsen die beiden Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer dreilappigen Schuppe, die mit den ringsgeflügelten Früchten abfällt. Nur die männlichen Kätzchen überwintern nackt an der Spitze vorjähriger Triebe; die weiblichen stehen auf der Spitze seitlicher Kurztriebe mit wenigen Laubblättern in der Winterknospe eingeschlossen; daher Blüthezeit erst nach der Belaubung; die Jahrestriebe sympodial verbunden, Blätter spiralig. — B. verrucosa mit weißen Drüsen an den jungen Trieben und Blättern; B. pubescens ohne Drüsen mit behaarten Trieben, meist im Norden; außerdem B. fruticosa und B. nana, kleine Sträucher des Nordens.

Unterfam. 2. Coryleae. Beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen, Perigon der männlichen Blüthen fehlend, der weiblichen vorhanden, aber rudimentär. Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenanlagen; Deckschuppen der weiblichen Kätzchen zweiblüthig (ohne Mittelblüthe); jede Frucht umgeben von einer blattartigen Hülle, welche entsteht aus den drei Vorblättern ($\alpha\,\alpha_1\,\beta_1$ beziehungsweise $\beta\,\alpha_1\,\beta_1$) jeder Seite. In den männlichen Kätzchen nur die Mittelblüthe entwickelt; Staubblätter bis zum Grunde getheilt.

Bei *Corylus*, Hasel, sieht das weibliche Kätzchen einer Knospe ähnlich, da die äußeren sterilen Deckschuppen den Knospenschuppen gleich gebaut sind (Fig. 219 *B*);

oben ragen die rothen Narben heraus; die Hülle der Frucht unregelmäßig zerschlitzt; auf der Frucht, der Haselnuß, ein kleines Spitzchen als Rest des Perigons. Die Deckschuppen der männlichen Kätzchen tragen zwei Vorblätter α und β und vier bis zum Grunde getheilte (daher scheinbar acht) Staubblätter (Fig. 219 *A*). Beiderlei Kätzchen stehen in der Achsel vorjähriger Blätter und überwintern frei; Blüthe bekanntlich vor dem Laubausbruch. Blätter zweizeilig. C. Avellana, die gemeine Haselnuß; C. tubulosa besonders mit rothen Blättern (Bluthasel), als Ziergesträuch kultivirt.

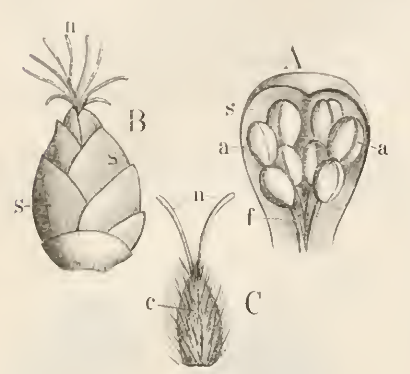


Fig. 219. Corylus Avellana. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens (*s*) mit den darauf stehenden Staubblättern *f* und Antheren *a*. *B* weibliches Kätzchen; die unteren Schuppen *s* tragen keine Blüthen; oben ragen die Narben *n* vor. *C* eine einzelne weibliche Blüthe, umgeben von der Hülle *c*, mit zwei Narben *n* (vergrößert und schematisirt).

Bei *Carpinus*, Hain- oder Weißbuche, ist die Hülle der Frucht dreilappig, die Frucht gerippt und mit einem Krönchen (dem Perigon) versehen. Die Deckschuppen des männlichen Kätzchens tragen ohne Vorblätter 4—10 tiefgespaltene Staubblätter. Beiderlei Kätzchen stehen auf der Spitze diesjähriger beblätterter Kurztriebe, daher Blüthezeit erst nach der Belaubung. Blätter zweizeilig, Jahrestriebe sympodial verbunden. — C. Betulus mit unregelmäßig wachsendem Stamme, gesägten Blättern, die längs der Seitennerven gefaltet sind. — Bei *Ostrya*, Hopfenbuche, in Südeuropa ist die Fruchthülle zu einem nur oben offenen Schlauch verwachsen.

Unterfam. 3. Fagineae. Alle Blüthen mit Perigon, dieses meist fünf- oder sechsblätterig; Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei Samenanlagen; die einsamige Schließfrucht umgeben von einer mächtigen Hülle, der Cupula, welche wahrscheinlich durch Verwachsung der vier Vorblätter α_1 β_1 α_1 β_1 entsteht, und stets mit Schuppen, Stacheln oder ähnlichen Bildungen besetzt ist. Staubblätter ungetheilt.

Bei *Quercus*, Eiche, sind die männlichen Kätzchen locker; jede Deckschuppe trägt nur eine Blüthe ohne Vorblätter, mit 5—7blätterigem Perigon und ebensoviel oder mehr davorstehenden Staubblättern (Fig. 220 *A*); die Deckschuppen der weiblichen Kätzchen tragen nur je eine (Mittel-) Blüthe; die mit schuppenförmigen Anhangsgebilden versehene Cupula umgiebt daher nur eine einzige Blüthe, resp. Frucht, und bildet an deren Basis nur das bekannte Näpfchen. Die Blätter stehen nach $^2/_5$ gegen die Spitze des Jahrestriebes gedrängt, dieser entwickelt stets einen Gipfeltrieb. Die männlichen

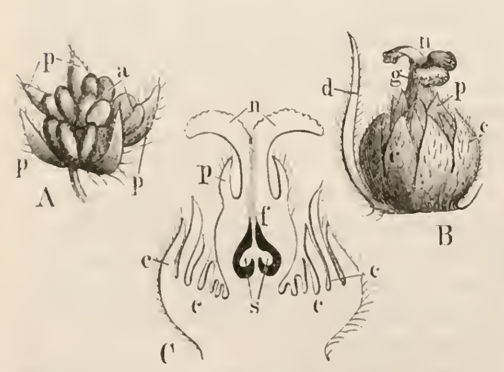


Fig. 220. Quercus pedunculata. *A* männliche Blüthe (vergr.); *p* Perigon, *a* Staubblätter. *B* weibliche Blüthe (vergr.); *d* Deckblatt, *c* Cupula, *p* das oberständige Perigon, *g* Griffel, *n* Narben. *C* dieselbe stärker vergrößert im Längsdurchschnitt, *f* Fruchtknoten, *s* Samenanlagen.

Kätzchen stehen in der Achsel der obersten Knospenschuppen (Nebenblattpaare) an diesjährigen sowohl Lang- als Kurztrieben; die weiblichen in der Achsel von Laubblättern der Gipfeltriebe; Blüthezeit kurz nach dem Laubausbruch. Die Cotyledonen bleiben bei der Keimung von der Fruchtschale umschlossen. — Bei uns kommen zwei Arten vor: Qu. pedunculata, Stiel- oder Sommereiche, mit gestreckten weiblichen Kätzchen, deren Früchte also durch lange Strecken der Kätzchenspindel von einander getrennt sind; die fiederförmig buchtig gelappten Blätter kurzgestielt, mit an der Basis wellig eingezogener Spreite. Qu. sessiliflora, Trauben- oder Wintereiche, mit gedrungenen weiblichen Kätzchen, deren Früchte also in einem Knäuel beisammen stehen; die ähnlich gestalteten Blätter sind länger gestielt mit keilförmiger Basis der Spreite. — Qu. Suber, Korkeiche, in Südeuropa, liefert den Kork. — Zahlreiche Arten in Nordamerika.

Bei *Fagus*, Buche, haben beiderlei Kätzchen die Form gestielter Köpfchen; in den männlichen stehen die Blüthen mit 4—7 Perigonblättern und 8—12 Staubblättern dichtgedrängt. Der weibliche Blüthenstand besteht aus nur zwei Blüthen, die von einer gemeinsamen Cupula und vier zarten Blättchen umgeben werden. Die Cupula ist mit derben Haaren besetzt und springt bei der Reife vierklappig auf, um die beiden dreikantigen Früchte zu entlassen, welche auf der Spitze einen pinselförmigen Rest des Perigons tragen. Die weiblichen Blüthenstände stehen auf aufrechtem Stiel in der Achsel je eines Laubblattes an den diesjährigen Gipfeltrieben, die männlichen Kätzchen mit hängenden Stielen in den unteren Blattachseln der Triebe. Blätter zweizeilig, auf der Zweigunterseite einander genähert, die Achselknospen oben genähert, die Winterknospen lang, spitz. Die Cotyledonen entfalten sich bei der Keimung. Fagus silvatica, Rothbuche; eine Varietät mit rothen Blättern, Blutbuche, häufig kultivirt.

Bei *Castanea*, Edelkastanie, tragen einzelne Kätzchen im unteren Theile weibliche, im oberen männliche Blüthen, andere nur männliche. Vor jeder Deckschuppe stehen hier meist 7 männliche oder 3 weibliche Blüthen, letztere umgeben von den Vorblättern α und β und der aus den anderen vier Vorblättern gebildeten Cupula, die bei der Reife zahlreiche stachelige Anhängsel erhält, die Früchte bis zur Reife völlig einschließt und dann vierklappig aufspringt. Beiderlei Kätzchen stehen in den Blattachseln diesjähriger Triebe, die gemischten der Spitze näher; die Blattstellung an kräftigen Trieben spiralig, an schwächeren Seitenzweigen zweizeilig. — C. vulgaris, aus Südeuropa, mit ungetheilten, gezähnten Blättern.

Offizinell: Cortex Quercus, Rinde von Quercus pedunculata und sessiliflora; Gallae, die durch den Stich eines Insektes zu Gallen umgewandelten Knospen der orientalischen Form von Quercus lusitanica.

Fam. 2. Juglandeae. Blüthen monöcisch; beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen. Jede Deckschuppe trägt eine Blüthe mit zwei Vorblättern; Fruchtknoten unterständig, dimer, mit einer aufrechten geraden Samenanlage. Die männlichen Blüthen meist der Deckschuppe aufgewachsen (Fig. 221 A), mit oder ohne Perigon und unbestimmter Anzahl von Staubblättern. Frucht eine Steinfrucht. Blätter gefiedert, ohne Nebenblätter, nebst den Blüthen aromatisch.

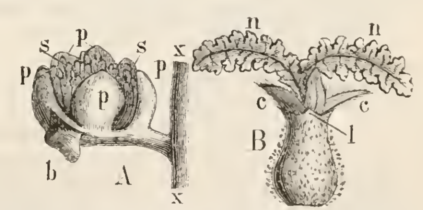


Fig. 221. *A* Schuppe des männlichen Kätzchens (*b*) von Juglans nigra, mit aufgewachsener Blüthe; *p* Perigon und Vorblätter, *s* Staubblätter, *x* Kätzchenspindel. *B* weibliche Blüthe derselben Pflanze, *l* Vorblätter, *c* Perigon, *n* Narben (vergr.).

Bei *Juglans* stehen die weiblichen Kätzchen am Ende blattloser Seitensprosse am vorjährigen Trieb, die weiblichen wenigblüthigen bilden das Ende diesjähriger belaubter Sprosse. Die Vorblätter der weiblichen Blüthe (Fig. 221 *l*) sind am Fruchtknoten hinaufgewachsen. Der saftige Theil der Fruchtwand ist nur dünn und

springt unregelmäßig auf; die harte Steinschale öffnet sich beim Keimen (sowie künstlich) in der Mittellinie der beiden Fruchtblätter und zeigt innen die eingeschlagenen Ränder der Fruchtblätter in Form einer von unten heraufragenden unvollständigen Scheidewand, welche zwischen die beiden Cotyledonen des sehr unebenen, von der dünnen Samenschale eng umschlossenen Embryos eingreift. J. regia, Wallnußbaum, aus Südeuropa; in Nordamerika J. cinerea und nigra, *Carya* in mehreren Arten, Hickory mit sehr hartem Holze.

Offizinell: Folia Juglandis, von Juglans regia.

Fam. 3. Myriceae. Sträucher oder Bäume, deren diklinische, zuweilen diöcische Blüthen in Kätzchen stehen, ein schuppenförmiges oder kein Perigon besitzen; Fruchtknoten dimer einfächerig mit aufrechter gerader Samenanlage.

Myrica Gale, kleiner Strauch in Torfmooren; M. cerifera in Nordamerika scheidet auf den Früchten viel Wachs ab.

Fam. 4. Salicineae. Diöcisch; die Blüthen in Kätzchen, deren Schuppen in den Achseln unmittelbar ohne Vorblätter die Blüthen tragen. Perigon durch Honigdrüsen oder eine schüsselförmige Ausbreitung angedeutet. Fruchtknoten oberständig, dimer, einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Die Frucht öffnet sich loculicid und entläßt die mit einem Haarschopf an der Basis versehenen Samen (Fig. 222 *C*). Die Kätzchen stehen auf der Spitze von seitlichen Kurztrieben, welche vorher Niederblätter oder auch wenige Laubblätter tragen.

Salix, Weide, mit ganzen Kätzchenschuppen, einer oder zwei Honigdrüsen (Fig. 222 *A*, *B*, *h*), meist zwei Staubblättern, stets ungetheilten, kurzgestielten Blättern und nur einer (aus zweien verwachsenen) Knospenschuppe der Winterknospen. Die den ganzen Sommer über fortwachsenden Langtriebe sterben von der Spitze herein alljährlich ab. Einige Arten, wie S. alba, fragilis, babylonica, Trauerweide, mit hängenden Zweigen, werden baumartig, die meisten bleiben stets strauchförmig, einige wie S. reticulata, retusa, herbacea sind winzige niederliegende Sträuchlein der Alpen und des hohen Nordens. Bei S. purpurea und S. incana sind die beiden Staubblätter mit einander verwachsen; S. triandra hat 3 Staubblätter. Die meisten Arten wachsen an Flußufern, S. Caprea, aurita mehr in Wäldern, S. repens u. a. auf Mooren.

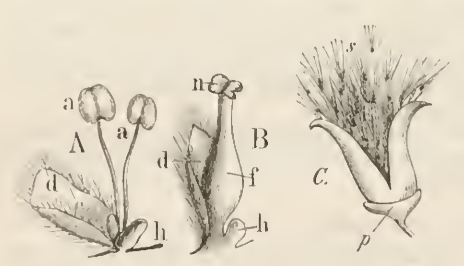


Fig. 222. *A* männliche, *B* weibliche Blüthe der Weide, Salix; *d* Kätzchenschuppe, *h* Honigdrüse, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narben (vergr.). *C* aufspringende Frucht der Pappel; *s* Samen, *p* Perigon.

Populus, Pappel, mit gezähnten oder zertheilten Kätzchenschuppen, einem schüsselförmigen Perigon (Fig. 222 *C*, *p*), zahlreichen (4—30) Staubblättern, langgestielten oft gelappten Blättern und mehreren Knospenschuppen der Winterknospen; die Langtriebe mit Endknospe. Bei der Untergattung Leuce sind die jungen Triebe und Knospen nicht klebrig, meist behaart, die Kätzchenschuppen lang behaart, die männlichen Blüthen mit meist nur 4—8 Staubblättern, die Narben armförmig getheilt. Hierher P. alba, Silberpappel, mit unterseits schneeweiß-filzigen, am Langtrieb fünflappigen Blättern; P. tremula, Aspe, Zitterpappel, mit kahlen ausgeschweift gezähnten Blättern, seitlich zusammengedrücktem, daher im Winde so leicht beweglichem Blattstiel. Bei der Untergattung Aigeiros sind die jungen Triebe und Knospen klebrig, kahl, die Kätzchenschuppen kahl, Staubblätter meist 15—30, Narben ganz oder gelappt; hierher P. nigra,

Schwarzpappel, und eine Varietät mit aufrechten Ästen, italienische oder Pyramidenpappel, letztere fast nur in männlichen Individuen kultivirt.

Fam. 5. Casuarineae. Bäume vom Ansehen der Schachtelhalme mit langen gerieften Internodien und zu einer gezähnten Scheide verwachsenen Blättern. Die Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen, die männlichen aus einem einzigen Staubblatt und zwei Perigonblättern, die weiblichen aus einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, umgeben von zwei Vorblättern, die bei der Reife hart und holzig werden und das ganze Kätzchen einem Coniferenzapfen ähnlich machen.

Casuarina, in mehreren Arten in Neuholland.

Ordnung 2. Piperinae.

Fam. Piperaceae. Blüthen meist hermaphrodit, in Ähren oder Kolben mit häufig schildförmigen (Fig. 223 *f* unten) Deckblättern, ohne Perigon. Staubblätter 2, 3 oder 6, Fruchtknoten einfächerig mit einer geraden aufrechten zentralen Samenanlage, Frucht eine Beere; der kleine Embryo liegt vom Endosperm umgeben in einer Vertiefung des reichlichen Perisperms (s. oben S. 215, Fig. 183 *B*).

Piper nigrum, kletternder Strauch in Ostindien; die unreifen getrockneten Früchte sind der schwarze Pfeffer; der weiße Pfeffer besteht aus den reifen Früchten der nämlichen Pflanze, welche mazerirt und durch Mahlen von der äußersten Schicht befreit sind.

Offizinell: Cubebae, die Früchte von Cubeba officinalis (Java); früher auch Piper nigrum und album (s. oben).

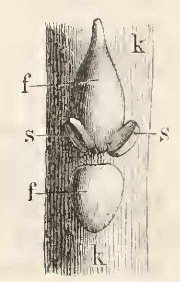


Fig. 223. Stück des Blüthenkolbens von Peperomia mit einer Blüthe; *f* (unten) deren Deckblatt, *ss* die beiden Staubbeutel. *f* (oben) Fruchtknoten; *k* Oberfläche des Kolbens (vergr.).

Ordnung 3. Urticinae.

Blüthen meist diklinisch, in verschiedenartigen Blüthenständen. Perigon fast immer vorhanden, calicinisch, aus fünf oder vier (d. h. zweimal zwei) Blättern bestehend; die Staubblätter stehen vor den Perigonblättern. Fruchtknoten oberständig, monomer, einfächerig, meist noch ein rudimentäres zweites Fruchtblatt in Form eines zweiten Griffels vorhanden. Eine Samenanlage in verschiedener Lage. Same meist mit Endosperm. — Die Blätter besitzen meist eine rauhe Behaarung.

Fam. 1. Urticaceae. Frucht nußartig; die Blüthenstände entspringen meist zu zweien neben einem laubigen Mitteltrieb aus der Achsel eines Laubblattes (Fig. 224).

Unterfam. 1. Urticeae. Samenanlage zentral, aufrecht, gerade. Same mit Endosperm. Meist Kräuter oder Stauden ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren. Blüthen polygam, monöcisch oder diöcisch, in rispenartigen oder knäuelförmigen Blüthenständen.

Urtica urens und dioica, Brennessel, bekannt durch die an der ganzen Pflanze vorhandenen Brennhaare. Die zwei inneren Perigonblätter der weiblichen Blüthen größer als die äußeren (Fig. 225 *B*); bei ersterer sind männliche und weibliche Blüthen in einer Rispe vereinigt, der Mitteltrieb der Blüthenstände wenig entwickelt; letztere ist diöcisch, mit kräftigen belaubten Mitteltrieben. — *Parietaria* erecta, mit polygamen Blüthen, gamophyllem Perigon, ohne Brennhaare, an Wegrändern, Mauern, stellenweise. — *Böhmeria* nivea in China und Japan wird wegen der starken Bastfasern zu Gespinnsten (Ramié) verwendet.

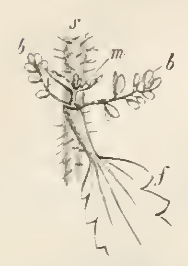


Fig. 224. Stück des Stengels von Urtica urens mit einem Laubblatt *f*, in dessen Achsel der Sproß *m* und die beiden Blüthenstände *b* stehen (nat. Gr.).

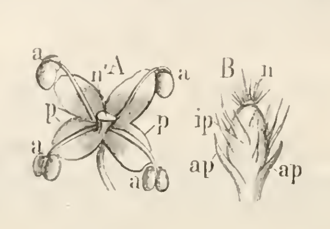


Fig. 225. *A* männliche, *B* weibliche Blüthe der Brennessel, Urtica; *p* Perigon, *a* Staubblätter, *n'* verkümmerter Fruchtknoten der männlichen Blüthe; *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *n* Narbe der weiblichen Blüthe (vergr.).

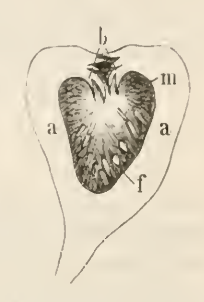


Fig. 226. Längsdurchschnitt der Feige (nat. Gr.), *a a* die fleischige Achse des Blüthenstandes, *f* die weiblichen, *m* die männlichen Blüthen, *b* Hochblätter.

Unterfam. 2. Moreae. Samenanlage wandständig, anatrop oder campylotrop, seltener basilär gerade. Same mit oder ohne Endosperm. Frucht vom fleischig werdenden Perigon umgeben oder in eine fleischige Blüthenstandachse eingesenkt. Bäume und Sträucher mit Milchsaft, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

Morus alba und nigra, Maulbeerbaum, aus Asien stammend; die kätzchenförmigen Blüthenstände stehen meist nur einzeln an dem zur Blüthezeit noch knospenförmigen Mitteltrieb; sie enthalten nur Blüthen von einerlei Geschlecht (aber monöcisch); die weiblichen werden bei der Fruchtreife durch die einander berührenden Perigone zu Scheinbeeren. Die Blätter, namentlich der erstgenannten Art, dienen als Futter der Seidenraupe. — *Broussonetia* papyrifera, Papiermaulbeerbaum, ebenso, nur diöcisch; die Rinde wird in China und Japan zur Papierbereitung verwendet. — *Maclura* tinctoria in Centralamerika liefert Gelbholz. — *Ficus* Carica, Feigenbaum, in Südeuropa; die Feige ist die hohle Achse des Blüthenstandes, an deren innerer Oberfläche die Blüthen (Fig. 226 *m*, *f*) und später die Früchte in Form harter Körnchen sitzen; oben ist die Höhlung durch kleine Hochblätter (Fig. 226 *b*) verschlossen. F. elastica, Gummibaum, häufig in Zimmern kultivirt. — F. religiosa (bemerkenswerth durch die massenhaften Luftwurzeln) und andere ostindische Arten liefern Kautschuk, der aus dem eingedickten Milchsaft gewonnen wird. — *Artocarpus* incisa, Brodbaum, auf den Südseeinseln; die kopfgroßen Scheinfrüchte (Fruchtstände) werden geröstet und wie Brod gegessen. — *Galactodendron* utile, Kuhbaum, in Columbien, mit genießbarem, *Antiaris* toxicaria in Java mit giftigem Milchsaft.

Unterfam. 3. Cannabineae. Samenanlage hängend, campylotrop. Blüthen diöcisch, in rispigen Blüthenständen. Die männlichen Blüthen (Fig. 227 *A*) mit fünftheiligem Perigon und fünf kurzen Staubblättern. Die weiblichen Blüthen mit röhrigem ungetheilten Perigon (Fig. 227 *B*, *p*) vom

Deckblatt (Fig. 227 *B*, *d*) eingehüllt. Kräuter mit decussirten (wenigstens unteren) Blättern und bleibenden Nebenblättern, ohne Milchsaft.

Cannabis sativa, Hanf, stammt aus Asien, bei uns kultivirt. Die männlichen Infloreszenzen sind rispenartige Dichasien und Wickel und stehen beiderseits des am Gipfel der Pflanze nur rudimentären Mitteltriebs; die weiblichen Blüthen stehen einzeln zu beiden Seiten des Mitteltriebs, der in seinen weiteren Blattachseln immer wieder Mitteltriebe mit je zwei Blüthen erzeugt. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verwendet; die Früchte enthalten viel Öl. — *Humulus* Lupulus, Hopfen, kultivirt und wild. Der rechtswindende Stengel trägt Blattpaare mit zwei Nebenblattpaaren. In der Hochblattregion stehen die Blätter einzeln und sind zuletzt nur noch auf ihre Nebenblätter reduzirt. Im weiblichen Gesammtblüthenstand, der das Aussehen eines Zapfens besitzt, steht in der Achsel eines jeden Nebenblattpaares ein rudimentärer Mitteltrieb mit jederseits zwei Blüthen; so entsteht der Schein, als würden in der Achsel jeder einzelnen Schuppe (Nebenblattes) zwei Blüthen stehen (Fig. 227 *B*). Alle Hochblätter sind besonders oberseits mit zahlreichen gelben Drüsen besetzt. In den männlichen Gesammtblüthenständen entwickelt sich der auch weiterhin blüthentragende Mitteltrieb stärker als die beiden Blüthenzweige an seiner Basis.

Offizinell: Herba Cannabis indicae, das Kraut der in Indien wachsenden Pflanze; Glandulae Lupuli, die Drüsen der Fruchtstände von Humulus Lupulus.

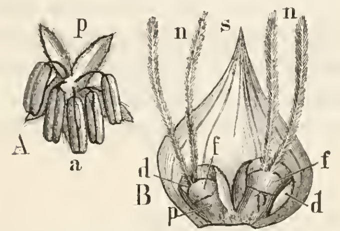


Fig. 227. *A* männliche Blüthe des Hopfens, *p* Perigon, *a* die Staubblätter. *B* weibliche Blüthen derselben Pflanze, *p* deren Perigon, *f* der Fruchtknoten mit je zwei Narben *n*; jede Blüthe wird von ihrem Deckblatt *d* umfaßt; *s* die Schuppe, d. h. das eine der beiden Nebenblätter, aus deren gemeinsamer Achsel der blüthentragende Zweig entspringt (vergr.).

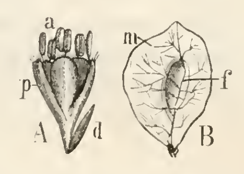


Fig. 228. *A* Blüthe, *B* Frucht von Ulmus montana, *d* Deckblatt, *p* Perigon, *a* Staubblätter; *f* die Frucht, *m* deren Flügelsaum (*A* vergr., *B* nat. Gr.).

Fam. 2. Ulmaceae. Blüthen meist zwitterig mit vier- bis sechs spaltigem Perigon (Fig. 228 *A*). Eine hängende Samenanlage; Flügel- oder Steinfrucht. Holzpflanzen ohne Milchsaft mit abfallenden Nebenblättern. Die Blüthen oder kleine cymöse Blüthenstände stehen hier direkt in den Blattachseln, nicht seitlich an einem Mitteltrieb.

Bei *Ulmus*, Ulme, Rüster, stehen die zwitterigen Blüthen in Knäueln, von Knospenschuppen umgeben, in den Blattachseln vorjähriger Blätter; in der Achsel der inneren dieser Knospenschuppen stehen eine oder mehrere Blüthen; diese entfalten sich schon vor dem Laubausbruche. Die Frucht ist eine von einem breiten Flügelsaum umgebene Schließfrucht (Fig. 228 *B*). Die Blätter stehen zweizeilig, sind stets unsymmetrisch, die Jahrestriebe ohne Gipfelknospe, daher ihre Aneinanderreihung sympodial. In Deutschland sind drei Arten von Ulmus einheimisch: U. campestris, Feldulme (besonders im Süden), mit dünnen Zweigen, gestielten, gekerbt gesägten Blättern und excentrischem, vorne schmälerem Saum der Frucht; U. montana, Bergulme (im mittleren und nördlichen Deutschland die häufigste), mit dicken Zweigen, sehr kurz gestielten, unten rauhhaarigen, doppeltgesägten Blättern und konzentrischem Saum der Frucht; U. effusa, Flatterulme, mit dünnen Zweigen, spitzen Winterknospen, gestielten, unterseits weichhaarigen, doppeltgesägten Blättern, langgestielten Blüthen, ringsum gewim-

pertem Saum der Frucht. — *Celtis* australis aus Südeuropa und C. occidentalis aus Nordamerika, Zürgelbaum, zuweilen als Zierbaum kultivirt, mit polygamen, einzeln oder zu mehreren in den Achseln der unsymmetrischen zugespitzten Laubblätter stehenden Blüthen und Steinfrucht.

Fam. 3. Ceratophylleae. Wasserpflanzen von sehr zweifelhafter systematischer Stellung. Die doppelt gabelspaltigen Blätter stehen in Quirlen; in einzelnen Blattachseln finden sich die diklinischen monöcischen Blüthen, die männlichen mit 6—12 Perigonblättern und eben so viel Staubblättern, die weiblichen mit ähnlichem Perigon und einem einfächerigen Fruchtknoten mit einer hängenden geraden Samenanlage.

Ceratophyllum demersum und submersum leben unter der Oberfläche des Wassers.

II. Unterklasse. Monochlamydeae (Hysterophyta).

Die Blüthen sind mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blüthenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. — Die hierher zusammengefaßten Familien sind alle von zweifelhafter Verwandtschaft und es ist daher diese Unterklasse nur provisorisch, und wegen des einfachen Baues der Blüthen hier eingereiht worden.

Ordnung 4. Serpentariae.

Fam. Aristolochieae. Blüthen zwitterig; Perigon corollinisch, aus drei Blättern verwachsen, Staubblätter sechs oder zwölf; Fruchtknoten unterständig sechsfächerig; die Samenanlagen in Längsreihen in den inneren Ecken der Fächer. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms. Kletternde oder kriechende Pflanzen mit großen Laubblättern.



Fig. 229. Asarum europaeum. Längsschnitt der Blüthe (vergr.). p Perigon (nach *Sachs*).

Bei *Asarum* sind die drei Zipfel des Perigons einander gleich, die 12 Staubblätter mit verlängertem Connektiv sind frei (Fig. 229). Die Jahrestriebe des kriechenden Stammes tragen 4 Schuppenblätter und zwei gestielte, nierenförmige Laubblätter und schließen mit einer Blüthe ab; die Seitenzweige entspringen aus der Achsel des oberen Laubblattes und der Niederblätter.

Bei *Aristolochia* (s. Fig. 179 S. 213) ist das Perigon häufig in eine einseitige Zunge ausgebreitet, die 6 sitzenden Antheren sind mit dem Griffel zu einer Säule verwachsen; die Blüthen stehen bei A. Clematitis (hier und da in Weinbergen, an Wegrändern) zu mehreren in den Blattachseln, bei A. Sipho (häufig kultivirte Schlingpflanze) zu zweien nebst einem Laubtrieb übereinander in einer Blattachsel des vorjährigen Triebes.

Ordnung 5. Rhizantheae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit meist deformirtem Vegetationskörper und einzeln stehenden, sehr großen Blüthen oder kleinen Blüthen in dichter Infloreszenz. Samenanlagen sehr zahlreich. Embryo sehr klein, wenig entwickelt. Same mit oder ohne Endosperm.

Cytinus Hypocistis schmarotzt auf den Wurzeln von Cistus in Südeuropa, andere Arten kommen in Amerika und Südafrika vor. — *Hydnora* u. a. finden sich in Südamerika und Südafrika, wo sie auf den Wurzeln der Euphorbien schmarotzen. — *Rafflesia*, die sich durch die kolossalen Dimensionen ihrer Blüthe auszeichnet, u. a. auf Wurzeln von Ampelideen in Ostindien.

Ordnung 6. Balanophoreae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit deformirtem Vegetationskörper. Blüthen diöcisch oder monöcisch in reichblüthigen Infloreszenzen. Weibliche Blüthen meist nur aus einem einfächerigen einsamigen Fruchtknoten bestehend. Samenanlage ohne Integument, meist mit dem Fruchtknoten völlig verwachsen. Embryo sehr klein.

Balanophora, Lophophytum u. a. kommen in Brasilien vor; andere bewohnen das tropische Afrika, *Cynomorium* coccineum findet sich auch in der Mittelmeerregion.

Ordnung 7. Santalinae.

Chlorophyllhaltige Schmarotzer mit einfachen Laubblättern. Staubblätter in gleicher Anzahl den Perigonblättern superponirt. Fruchtknoten unterständig. Samenanlagen ohne Integument.

Fam. 1. Santalaceae. Blüthen meist zwitterig. Samenanlage hängend an einer zentralen Placenta. Perigon drei- bis fünfgliederig. Frucht eine Nuß oder Steinfrucht.

Thesium pratense und andere bei uns einheimische Arten sind Kräuter, die auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen. Blätter schmal, linealisch. Die Deckblätter der traubig gestellten Blüthen sind meist am Blüthenstiel bis unter die Blüthe hinaufgerückt und bilden bei den meisten Arten mit den Vorblättern zusammen eine dreiblätterige Hülle. Die Staubblätter sind fadenförmig, dem Grunde der Perigonzipfel eingefügt. Das Perigon bleibt eingerollt auf der Spitze der Schließfrucht erhalten (Fig. 230 *B*). — *Santalum* album in Ostindien liefert Santelholz.



Fig. 230. *A* Blüthe, *B* Frucht von Thesium montanum, *f* Fruchtknoten, *p* Perigon, *s* Staubblätter, *n* Narbe (vergr.).

Fam. 2. Loranthaceae. Blüthen diklinisch oder zwitterig. Samenanlage aufrecht, mit der Fruchtknotenwandung verwachsen. Perigon meist vier- oder sechsgliederig. Frucht eine Beere.

Viscum album, Mistel, schmarotzt auf verschiedenen Bäumen, auf denen sie sich als dichter immergrüner Strauch bemerkbar macht. Der Stamm trägt ein Paar gegen-

ständige Blätter (Fig. 231 *b b*), aus deren Achseln Zweige mit einem Niederblattpaar und wieder einem Laubblattpaar kommen; die Zweige erlöschen an der Spitze oder schließen mit einem dreiblüthigen Blüthenstand ab; aus den Achseln der Niederblätter können noch weitere Zweige oder Blüthenstände entspringen. Die Pflanze ist diöcisch. Die Frucht wird eine einsamige Beere mit klebrigem viscinhaltigem Perikarp, durch welches die Samen von den Vögeln an die Zweige geklebt und so die Pflanze weiter verbreitet wird. In den männlichen Blüthen sind die vielfächerigen Staubbeutel den Perigonzipfeln aufgewachsen. — *Loranthus* europaeus in Osteuropa auf Eichen u. a.

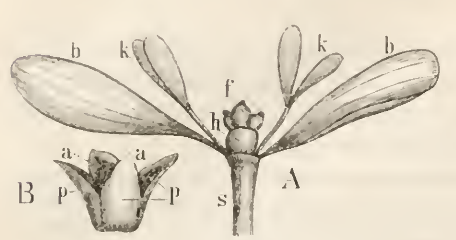


Fig. 231. *A* Zweigende einer weiblichen Pflanze der Mistel, Viscum album: *s* Stengel, *b b* Blätter, *k k* deren Achselknospen, *f* drei abgeblühte weibliche Blüthen, *h* Hochblätter, *B* männliche Blüthe (vergr.), *p* Perigon, *a* die dessen Zipfeln aufgewachsenen Antheren.

III. Unterklasse. Eleutheropetalae.

Das Perigon ist selten einfach, meistens in Kelch und Krone gegliedert, wenn auch die Krone in vielen Fällen wiederum fehlschlägt; die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.

A. Centrospermae.

Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert, Fruchtknoten oberständig mit einer zentralen Samenanlage oder zentraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandener) Placenta. Same mit Endosperm.

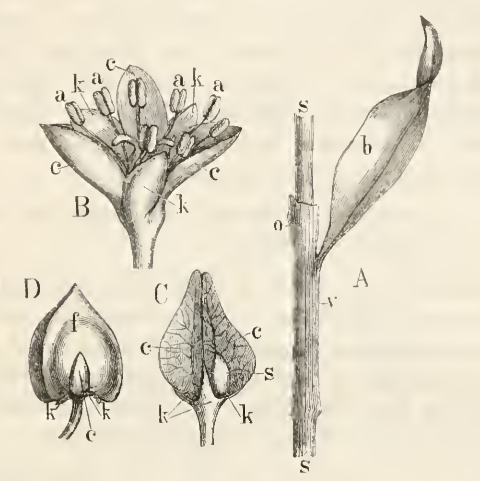
Ordnung 8. Centrospermae.

Fam. 1. Polygoneae. Blüthen mit einfachem, vier-, fünf- oder meist sechsblätterigem Perigon von calicinischer oder corollinischer Beschaffenheit und typisch ebenso vielen superponirten Staubblättern, die aber häufig theilweise verdoppelt sind, oder fehlschlagen. Fruchtknoten meist trimer einfächerig, mit einer grundständigen geraden Samenanlage. Blätter mit stark entwickelter Scheide (Fig. 232 *A v*) und röhrenförmig verwachsenen Nebenblättern, der Ochrea (Fig. 232 *A o*), welche den Stengel noch oberhalb der Blattscheide eine Strecke weit umgiebt.

Rheum mit sechs (drei äußeren, drei inneren) calicinischen Perigonblättern und zwei Staubblattkreisen, deren äußerer durch Verdoppelung sechszählig, der innere dreizählig ist; Rh. undulatum u. a. Arten kultivirt. — *Rumex*, Ampfer, mit ganz ähn-

lichem Blüthenbau, nur die inneren Staubblätter fehlen, die Früchte werden vom heranwachsenden inneren Perigon völlig eingeschlossen (Fig. 232 C); enthält viel Oxalsäure. — *Polygonum* mit fünf meist corollinischen Perigonblättern und verschiedener Anzahl von Staubblättern (acht, fünf); P. Fagopyrum. Buchweizen, wird wegen der mehlreichen Früchte in vielen Gegenden gebaut.

Offizinell: Radix Rhei, der Wurzelstock von Rheum officinale in Tibet, und Rh. palmatum var. tanguticum im südwestlichen China.



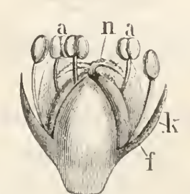


Fig. 233. Blüthe von Chenopodium (vergr.). *k* Perigon, *a* Staubblätter. *f* Fruchtknoten, *n* Narbe.

Fig. 232. *A* Stück des Stengels (*s*) von Polygonum mit einem Blatt *b*, dessen Scheide *v* und der Ochrea *o* (nat. Gr.). *B* Blüthe von Rheum, *k* äußerer, *c* innerer Perigonquirl, *a* die Staubblätter. *C* Frucht von Rumex vom heranwachsenden inneren Perigon *c* ganz eingehüllt, *s* Schwiele des einen Perigonblattes, *k* äußere Perigonblätter, *D* Frucht von Rheum *f*, *k* äußeres, *c* inneres Perigon (vergr.).

Fam. 2. Chenopodiaceae. Blüthen mit einfachem, meist fünfzähligem calicinischem Perigon, fünf superponirten Staubblättern und meist dimerem einfächerigem Fruchtknoten mit einer grundständigen campylotropen Samenanlage. Blüthen klein, meist zu dichten Blüthenständen vereinigt. Die Vorblätter häufig unterdrückt. Keine Nebenblätter.

Chenopodium album, *Blitum* Bonus Henricus u. a., häufige Unkräuter, besonders auf Gartenland, wüsten Plätzen. — *Spinacia* oleracea, Spinat, als Gemüsepflanze kultivirt. — *Beta* vulgaris, kultivirt als var. Cicla, Mangold, altissima, Runkelrübe, zur Zuckerfabrikation, und rubra, rothe Rübe. — *Salsola* und verwandte Pflanzen von fleischigem Habitus bilden einen Hauptbestandtheil der Seestrandvegetation.

Fam. 3. Amarantaceae. Blüthen von demselben Bau wie in der vorigen Familie, meist mit Vorblättern, die oft corollinisch ausgebildet sind, zuweilen mit zahlreichen Samenanlagen. Keine Nebenblätter. Meist dichte Blüthenstände.

Amarantus, *Celosia*, letztere meist mit monströs verbreiterter Infloreszenzachse, Hahnenkamm und andere als Zierpflanzen kultivirt.

Fam. 4. Phytolaccaceae. Blüthen mit einfachem, meist fünfzähligem, oft corollinischem Perigon, oft zwei Staubblattkreisen, deren Glie-

der oft verdoppelt; Karpelle in sehr wechselnder Zahl. einen mehrfächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage bildend. Nebenblätter bisweilen vorhanden.


Fig. 234. Diagramm der Blüthe von Phytolacca decandra.

Phytolacca decandra aus Nordamerika wird zum Färben des Weins und anderweitig verwendet.

Fam. 5. Nyctagineae. Blüthen mit einfachem fünfzähligem corollinischem Perigon; Staubblätter in größerer oder geringerer Anzahl, Fruchtknoten monomer einfächerig mit einer campylotropen Samenanlage; die Terminalblüthen werden von einer kelchartigen, aus Hochblättern gebildeten Hülle umgeben, die seitlichen nicht.

Mirabilis Jalapa aus Amerika, Zierpflanze; die Wurzel wurde häufig mit der echten Jalapawurzel (s. unten Convolvulaceen) verwechselt.

Fam. 6. Caryophyllaceae. Blüthen meist fünfgliederig, mit Kelch und Krone, letztere jedoch in einzelnen Fällen wiederum unterdrückt, zwei Staubblattkreisen, von denen häufig der innere fehlt; Fruchtknoten aus 2, 3 oder 5 Karpellen gebildet, einfächerig oder nur am Grunde mit Scheidewänden, mit zentraler Placenta oder nur einer grundständigen campylotropen Samenanlage, Frucht meist eine Kapsel. Blätter decussirt.

Unterfam. 1. Paronychieae. Die Krone und der innere Staubblattkreis häutig ganz oder theilweise unterdrückt; Frucht meist eine einsamige Schließfrucht; Blätter mit häutigen Nebenblättern.

Scleranthus annuus und perennis, *Herniaria*, *Paronychia* u. a. kleine unscheinbare Kräuter auf sandigem Boden, Äckern u. dgl.

Unterfam. 2. Alsineae. Krone und innerer Staubblattkreis fast immer vorhanden. Kelch eleutherosepal, Frucht eine Kapsel; Blätter meist ohne Nebenblätter.

Sagina, *Arenaria*, *Alsine*, *Cerastium*, *Stellaria*, *Spergula* u. a. kleine Kräuter mit weißen Kronenblättern, auf Wiesen, Wegrändern u. dgl. verbreitet; sie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anzahl der Karpelle und das Aufspringen der Frucht.

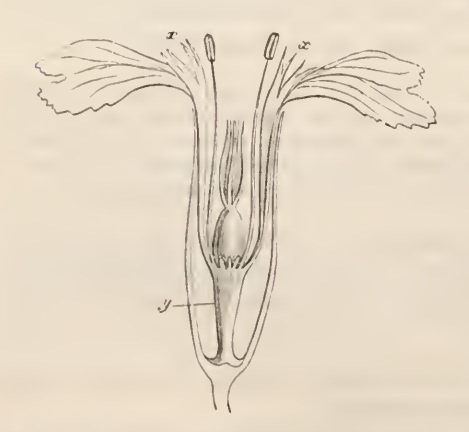


Fig. 235. Langsschnitt der Blüthe von Lychnis Flos Jovis; *y* das verlängerte Achsenglied zwischen Kelch und Krone; *x* Nebenkrone (nach *Sachs*).

Unterfam. 3. Sileneae. Krone und innerer Staubblattkreis immer vorhanden. Kelch gamosepal; Frucht eine Kapsel (nur bei Cucubalus eine Beere). Blätter ohne Nebenblätter. Häufig ist zwischen Kelch und Krone die Blüthenachse gestreckt (Fig. 235 *y*); die Kronenblätter häufig (z. B. Lychnis, Saponaria) mit Nebenkrone (Fig. 235 *x*).

Dianthus, Nelke, mit 2 Karpellen; der Kelch ist von Hochblättern umgeben; D. Carthusianorum, deltoides, superbus u. a. kommen wild vor; D. Caryophyllus, chinensis u. a. als Zierpflanzen kultivirt. — *Saponaria* mit 2 Karpellen, ohne Hochblätter, S. officinalis, Seifenwurzel, an Flußufern. — *Silene* mit 3 Karpellen, S. inflata, nutans u. a. häufige Wiesenpflanzen. — *Melandryum* (mit 5 Karpellen) rubrum und album, diöcisch. — *Agrostemma* Githago in Getreidefeldern.

Fam. 7. Portulacaceae. Kelch meist aus 2, Krone aus 5 Blättern gebildet; meist 5 epipetale Staubblätter; Fruchtknoten meist trimer einfächerig, Frucht kapselartig. Kräuter mit zerstreuten Blättern, sehr hinfälliger Krone.

Portulaca oleracea aus Südeuropa, verwildert, andere Arten als Zierpflanzen kultivirt. — *Montia* mit gamopetaler, einseitig geschlitzter Krone, in Gewässern oder an feuchten Orten.

Fam. 8. Aizoaceae. Blüthen mit einfachem Perigon, meist vielen Staubblättern, deren äußere oft zu kronenblattähnlichen Staminodien werden, mehrfächerigem Fruchtknoten.

Mesembryanthemum mit fleischigen Blättern, aus Südafrika, in vielen Arten kultivirt.

B. Aphanocyclicae.

Blüthen acyklisch, hemicyklisch oder cyklisch, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltener in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon. Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apokarp mit zumeist wandständigen Placenten.

Ordnung 9. Polycarpicae.

Blüthen vorherrschend acyklisch oder hemicyklisch, fast immer hypogyn. Perigon einfach oder in Kelch und Krone geschieden; Gynäceum apokarp, oft auf einen einzigen monomeren Fruchtknoten reduzirt, sehr selten synkarp polymer. Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. Ranunculaceae. Perigon einfach, corollinisch oder in Kelch und Krone gesondert, häufig spiralig gebaut. Staubblätter zahlreich, mehrere Spiralumgänge einnehmend oder in zahlreichen alternirenden Quirlen. Fruchtknoten zahlreich, spiralig angeordnet in einem oder mehreren Umgängen, sehr selten nur einer. Die Samenanlagen stehen an beiden Rändern des einzelnen Fruchtblattes, d. h. in zwei Zeilen längs der Bauchnaht; bei vielen Gattungen aber ist die Anzahl der Samenanlagen in jedem Karpell auf ein einziges reduzirt, welches dann am oberen oder unteren Ende der Fruchtknotenhöhlung entspringt. Same mit Endosperm. — Fast sämmtlich krautartige, einjährige oder unterirdisch perennirende Pflanzen ohne Nebenblätter, aber mit entwickelten Blattscheiden.

Unterfam. 1. Clematideae. Perigon einfach, corollinisch, mit klappiger Knospenanlage. Fruchtknoten zahlreich mit je einer hängenden anatropen Samenanlage. Blätter decussirt. Meist kletternde oder rankende Sträucher oder Stauden.

Clematis Vitalba, Waldrebe, häufig an Hecken u. dgl., mit weißen Perigonblättern und langgeschwänzten, behaarten Früchten; Viticella, patens u. a. als Zierpflanzen kultivirt. — *Atragene* alpina in den Alpen und Sibirien, die äußeren Staubblätter sind zu kronenblattähnlichen Staminodien umgebildet.

Unterfam. 2. Anemoneae. Perigon einfach, oder in Kelch und Krone gesondert, mit deckender Knospenanlage. Fruchtknoten meist zahlreich mit je einer hängenden oder aufrechten Samenanlage. Blattstellung spiralig.

a) mit einfachem Perigon:

Thalictrum, mit einfachem, 4—5 zähligem, unscheinbarem und hinfälligem Perigon und flachem Blüthenboden: Th. minus, flavum, aquilegifolium u. a. mit reichbeblättertem Stengel. — *Anemone*, mit einfachem corollinischem, meist 5—6 zähligem Perigon und kegelförmigem Blüthenboden (Fig. 236 *A*, *t*). Bei den meisten Arten ver-

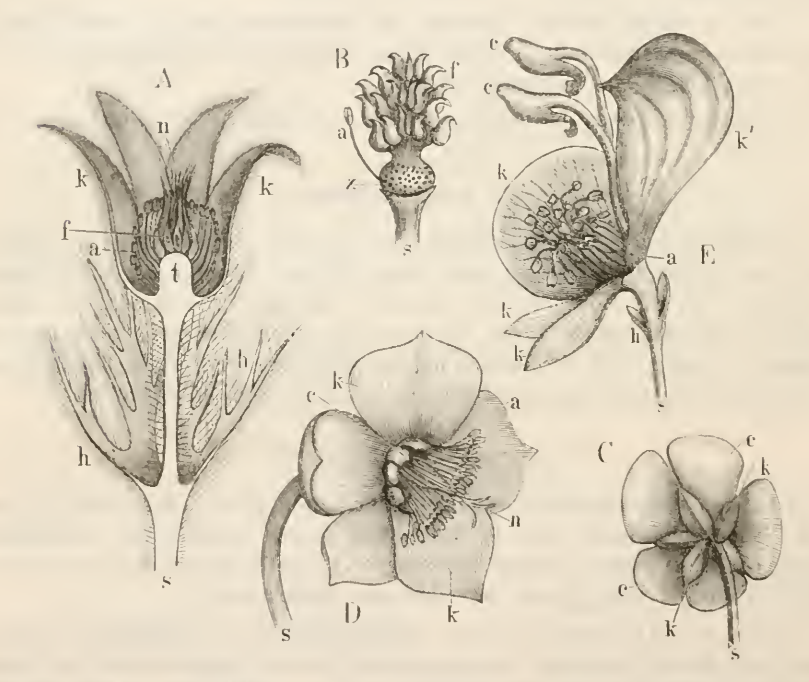


Fig. 236. Blüthen von Ranunculaceen; *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (alle in natürl. Größe oder wenig vergrößert): *A* von Anemone Pulsatilla, im Längsschnitt *h* Hülle, *t* Blüthenboden; *B* Gynäceum von Ranunculus, *x* der Blüthenboden mit den Einfügungsstellen der entfernten Staubblätter; *C* Blüthe von Ranunculus von unten gesehen; *D* Blüthe von Helleborus viridis; *E* von Aconitum Napellus; *h* Hochblätter, *k'* das helmartige hintere Kelchblatt; das zugewendete seitliche Kelchblatt ist weggenommen.

längert sich das unterirdische Rhizom in einen aufrechten Blüthenstengel, der unter der Terminalblüthe noch drei quirlig zusammengestellte Blätter, die Hülle trägt. Diese sind bei A. nemorosa, ranunculoides u. a. den direkt vom Rhizom entspringenden Laubblättern gleich gestaltet und tragen öfters in ihren Achseln Blüthen; bei A. Pulsatilla u. a. sind sie von den Laubblättern verschieden, fingerig eingeschnitten (Fig. 236 *A*, *h*); bei A. hepatica, deren Blüthenstengel außerdem aus den Achseln der Niederblätter entspringen, sind die drei Hüllblätter einfach und dicht unter das Perigon gerückt, so daß sie einen scheinbaren Kelch vorstellen.

b) mit Kelch und Krone.

Ranunculus, mit fünf Kelchblättern und fünf damit alternirenden Kronenblättern, die an ihrer Basis ein Nektarium tragen; Staubblätter und Fruchtknoten spiralig angeordnet. R. aquatilis, fluitans u. a. mit zerschlitzten Blättern und weißer Krone, in Gewässern; R. acer, bulbosus, repens u. a. häufig auf Wiesen, meist mehr oder minder giftig. R. Ficaria hat 3 Kelch- und meist 8 Kronenblätter. — *Myosurus* minimus mit gespornten Kelchblättern, häufigen Übergangsformen zwischen Kronenblättern und Staubblättern, und langgestrecktem Blüthenboden. — *Adonis*, mit durchgehends acyklischer Blüthe: fünf Kelchblättern, acht (oder mehr) Kronenblättern (ohne Nektarium) und vielen nach $^5/_{13}$ gestellten Staubblättern und Karpellen. A. vernalis auf Haiden, selten; A. aestivalis unter dem Getreide u. a.

Unterfam. 3. Helleboreae. Perigon in Kelch und Krone gesondert (letztere zuweilen unterdrückt), Fruchtknoten meist weniger als Perigonblätter, mit zahlreichen Samenanlagen längs der Bauchnaht. Kronenblätter mit Nektarien.

a) mit aktinomorphen Blüthen:

Helleborus, mit durchgehends spiralig gebauter Blüthe, Kelch nach $^2/_5$, die in kleine hohle Nektarien umgebildeten Kronenblätter meist nach $^3/_8$ oder $^5/_{13}$, Staubblätter nach $^5/_{13}$ oder $^8/_{21}$; meist 3—5 Fruchtblätter (Fig. 236 *D*). H. niger, Weihnachtsblume, H. viridis, foetidus, stellenweise nicht selten. — *Nigella*, mit 5 corollinischen Kelchblättern und meist 8 (wenn 5, superponirten) zu kleinen Nektarien reduzirten Kronenblättern. — *Trollius*, mit zahlreichen (10—15) corollinischen Kelchblättern und 10—20 kleinen Kronenblättern, die nebst den Staubblättern spiralig geordnet sind; T. europaeus, in Gebirgsgegenden. — *Caltha*, mit fünf gelben corollinischen Kelchblättern und gänzlich unterdrückter Krone; C. palustris, Sumpfdotterblume, häufig an feuchten Plätzen. — *Actaea*, mit corollinischem Kelch und alternirender (zuweilen theilweise fehlender) Krone, nur einem Fruchtblatt, das zu einer Beerenfrucht wird; A. spicata, Christophskraut, in Wäldern. — *Aquilegia*, mit cyklisch gebauter Blüthe (Fig. 237). Die fünf Kronenblätter tragen lange hohle Sporne; A. vulgaris, atrata, Aklei u. a., wild und als Zierpflanzen kultivirt.

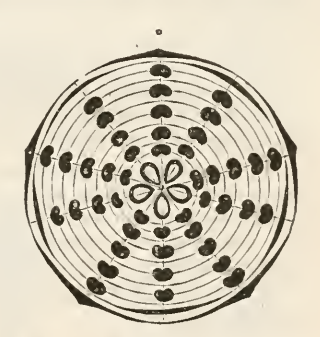


Fig. 237. Diagramm von Aquilegia.

b) mit zygomorphen Blüthen:

Aconitum, Eisenhut; von den fünf corollinischen Kelchblättern ist das hinten stehende helmartig übergebogen; von den 8 Kronenblättern nur die zwei hinteren zu gestielten Nektarien (Fig. 236 *E, c*) umgebildet, die übrigen zu unscheinbaren Fädchen; Staubblätter spiralig. A. Napellus, Lycoctonum, variegatum u. a., wild und kultivirt. — *Delphinium*, Rittersporn; das hintere Kelchblatt in einen Sporn verlängert; Kronenblätter fünf (oder acht), wovon aber regelmäßig nur zwei (oder vier) hintere entwickelt und spornförmig in den Kelchsporn hinabreichen. Bei D. Consolida (unter der Saat) und D. Ajacis (Zierpflanze) nur ein Karpell.

Unterfam. 4. Paeonieae. Perigon in Kelch und Krone gesondert, diese ohne Nektarien; Fruchtknoten mit zahlreichen Samenanlagen, von einem Discus umgeben.

Paeonia, Pfingstrose; der Kelch ist calicinisch, meist mit Übergangsformen zu den Laubblättern, fünfblätterig, die Kronenblätter (5 oder mehr) größer, corollinisch. Staubblätter spiralig. P. officinalis, corallina u. a. Zierpflanzen; P. Moutan mit holzigem Stamm und schlauchförmigem Discus.

Offizinell: Tubera Aconiti, die knolligen Wurzelstöcke von Aconitum Napellus.

Fam. 2. Magnoliaceae. Perigon cyklisch, meist aus drei alternirenden dreigliederigen Quirlen (einem Kelch-, zwei Kronenquirlen) bestehend, Staubblätter und Fruchtknoten spiralig. Same mit Endosperm. Holzgewächse.

1. Magnolieae. Fruchtknoten sehr viele auf walzenförmig verlängertem Blüthenboden; die Blüthen von einem spathaähnlichen Hochblatt umgeben. Die Blattscheiden spalten sich in zwei Nebenblätter.

Magnolia in mehreren Arten, M. Yulan, grandiflora, tripetala u. a. als Zierbäume kultivirt, häufiger Liriodendron Tulipifera, Tulpenbaum, aus Nordamerika.

2. Illicieae. Die Fruchtknoten stehen an verkürzter Achse quirlig (s. Fig. 184). Illicium.

Fam. 3. Calicanthaceae. Blüthen acyklisch, perigyn.

Calicanthus floridus, Zierstrauch, mit zimmtbraunen, wohlriechenden Blüthen.

Fam. 4. Nymphaeaceae. Blüthen meist acyklisch gebaut, ohne scharfe Abgrenzung zwischen Krone und Staubblättern. Fruchtknoten polykarpisch oder monokarpisch. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Wasserpflanzen mit meist schwimmenden großen Blättern.

Unterfam. 1. Nymphaeinae. Fruchtblätter zu einem polymeren vielfächerigen, ober- oder unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Samenanlagen zahlreich, wandständig. Das Rhizom wächst am Grunde der Gewässer und treibt langgestielte herzförmige Blätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Die Blüthe wird ebenfalls auf langem Stiel über das Wasser emporgehoben.

Nuphar luteum, gelbe Seerose; Kelch aus fünf grünlichgelben Blättern bestehend, Kronenblätter kleiner, gelb, meist 13, daran schließen sich die zahlreichen spiralig gestellten Staubblätter. Fruchtknoten oberständig. — *Nymphaea* alba, weiße Seerose, mit vier grünen Kelchblättern, zahlreichen weißen, nebst den sehr zahlreichen Staubblättern spiralig geordneten Kronenblättern und halbunterständigem Fruchtknoten. — *Victoria* regia in Brasilien, deren schildförmige Blätter über einen Meter im Durchmesser haben.

Unterfam. 2. Nelumbieae. Fruchtknoten mehrere monomer in den fleischigen Blüthenboden eingesenkt.

Nelumbium speciosum, Lotosblume, in Ägypten und Asien.

Unterfam. 3. Cabombeae. Blüthen cyklisch. Fruchtknoten mehrere monomer, in welchen die Samenanlagen die Mittellinie des Karpells einnehmen. Die schwimmenden Blätter schildförmig, die untergetauchten vielspaltig. Amerika und Ostindien.



Fig. 238. Diagramm vieler Menispermaceenblüthen.

Fam. 5. Menispermaceae. Blüthen diöcisch, cyklisch gebaut mit Kelch und Krone, meistens trimer mit mindestens je zwei Quirlen auf Kelch, Krone und Andröceum. Fruchtknoten meist 3—6 einzelne monomere mit je einer Samenanlage (bei der Unterfamilie der Lardizabaleen mehrsamig). Schlingpflanzen in den Tropen mit krautigem Stengel, handförmigen Blättern.

Offizinell: Radix Colombo von Jateorrhiza Columbo (Ostafrika).

Fam. 6. Berberideae. Blüthen zwitterig, cyklisch, mit Kelch und

Krone, di- oder trimer mit je zwei Quirlen auf Krone und Andröceum, mindestens zweien auf dem Kelch. Ein monomerer Fruchtknoten mit mehreren wandständigen Samenanlagen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm.

Berberis vulgaris, Sauerdorn, Blüthenformel $K3 + 3\ C3 + 3\ A3 + 3\ G\underline{1}$; die Blüthen in hängenden Trauben ohne Endblüthen (die bisweilen vorkommenden Endblüthen $K5 \mid C5 \mid A5$). Frucht eine längliche Beere. Die Blätter der Langtriebe sind in Dornen verwandelt; in deren Achseln stehen Kurztriebe mit Laubblättern und Blüthenständen. — *Epimedium*, dimer mit 4—5 Kelchblättern, gespornten Kronenblättern.

Offizinell: Podophyllin aus dem Rhizom von Podophyllum peltatum in Nordamerika.

Fam. 7. Myristiceae. Blüthen diöcisch, cyklisch, mit einfachem Perigon, dieses gamophyll dreitheilig, die 3—18 Staubblätter zu einem Bündel verwachsen; Fruchtknoten monomer mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Frucht fleischig, zweiklappig aufspringend.

Myristica moschata, Muskatnuß, auf den Molukken einheimisch. Der Same wird umgeben von einem fleischigen, nach oben zerschlitzten Arillus (»Muskatblüthe«) (Fig. 239 *a*). Same groß mit reichlichem Endosperm, in dessen faltenartige Einbuchtungen die innerste Schicht der braunen Samenschale hineinwächst, daher erscheint das Endosperm marmorirt. Der kleine Embryo liegt am Grunde des Samens.

Offizinell: Semen Myristicae, der von der äußeren harten Schale befreite Same von Myristica moschata.

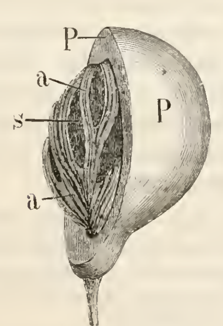


Fig. 239. Frucht des Muskatnußbaums, Myristica moschata; *P* das Perikarp, zur Hälfte entfernt; *s* der Same, *a* der Arillus (nat. Gr.).

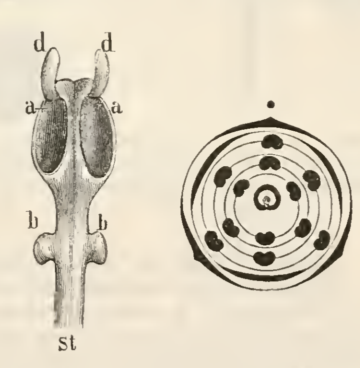


Fig. 240. Staubblatt von Laurus (*A*) mit geöffneter Anthere *a a*; *d d* deren Deckel; *b b* drüsige Anhängsel. — Diagramm von Cinnamomum.

Fam. 8. Laurineae. Blüthen zwitterig oder polygam, cyklisch, mit einfachem, calicinischem Perigon, meist trimer (bei Laurus dimer), wobei zwei Quirle auf das Perigon, meist 4 auf das Andröceum treffen. Fruchtknoten trimer (in der Fig. 240 irrthümlich monomer gezeichnet), einfächerig, mit einer hängenden anatropen Samenanlage. Die Antheren öffnen sich mit zwei oder vier aufwärts zurückgeschlagenen Deckeln; die Staubblätter mit drüsigen Anhängseln, oft theilweise extrors, theilweise intrors. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Same ohne Endosperm.

Die meisten sind immergrüne Holzpflanzen mit lederigen Blättern, einige wenige (*Cassytha*) Schmarotzer vom Wuchs der Flachsseide.

Offizinell: Fructus Lauri, Steinfrüchte von Laurus nobilis, Lorbeer (Südeuropa); Lignum Sassafras, das Holz der Wurzel von Sassafras officinale (Nordamerika); Camphora, der Kampher, ein flüchtiges Stearopten aus dem Holz und den Blättern von Camphora officinarum in China und Japan; Cortex Cinnamomi von Cinnamomum zeylanicum und anderen Arten (Ostindien), Zimmtrinde.

Ordnung 10. Rhoeadinae.

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, meist dimer; Fruchtknoten aus zwei oder mehr Karpellen bestehend, einfächerig oder mehrkammerig, oft mit falscher Scheidewand, aber fast nie wirklich mehrfächerig. Same meist ohne Endosperm. Meist $K2\ C2+2\ A2+2$ oder $\infty\ G\underline{(2)}$ oder $\underline{(\infty)}$.

Fam. 1. Papaveraceae. Blüthen aktinomorph $K2\ C2+2\ A\infty\ G\underline{(2)}$ oder $\underline{(\infty)}$, seltener dreigliederige Kreise; Kelch calicinisch, Krone corollinisch. Auch die vielgliederigen Staubblattkreise alterniren miteinander. Fruchtknoten aus zwei lateralen Karpellen oder mehreren (Fig. 241 *a*) bestehend, zwei-, beziehungsweise mehrkammerig. Samenanlagen zahlreich an den nur wenig eingeschlagenen Karpellrändern. Endosperm reichlich, Embryo klein. — Die Kelchblätter fallen meist vor Entfaltung der Blüthe ab (Fig. 241 *k*). Pflanzen mit reichlichem Milchsaft.

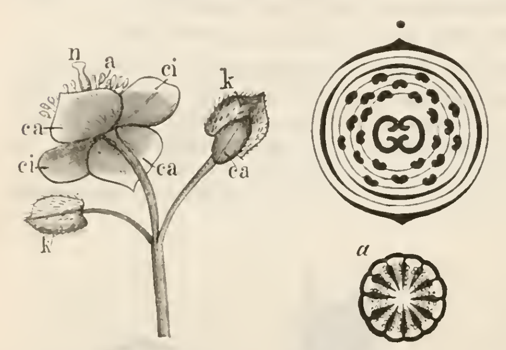


Fig. 241. Blüthen von Chelidonium maius (nat. Gr.). *k* Kelch, *ca* äußere, *ci* innere Kronenblätter, *a* Staubblätter, *n* Narbe. Diagramm der Blüthe von Chelidonium; *a* des Gynäceums von Papaver.

Papaver, Mohn, mit mehrkammerigem Fruchtknoten; Frucht eine Porenkapsel (s. Fig. 186 *D*); P. somniferum kultivirt wegen des in den Samen enthaltenen Öls und als Arzneipflanze; P. Rhoeas in Feldern. — *Chelidonium* maius, Schöllkraut, mit zwei Karpellen, schotenförmiger Frucht, gelbem Milchsaft, häufiges Unkraut. — *Eschscholtzia* californica, Zierpflanze mit vertiefter Blüthenachse (fast perigyn).

Offizinell: Fructus und Semen Papaveris von Papaver somniferum (aus dem Orient stammend); Opium, der eingedickte Milchsaft aus der jungen Kapsel derselben Pflanze.

Fam. 2. Fumariaceae. Blüthen meist zygomorph, mit lateraler Symmetrie. $\rightarrow K2\ C2+2\ A2+2\ G\underline{(2)}$. Die drei Perigonkreise alterniren miteinander, das eine äußere Kronenblatt (selten beide) mit Sporn versehen; die zwei inneren Staubblätter stehen nicht an ihrem Platze, sondern jedes ist halbirt und die Hälften neben die äußeren Staubblätter hinüber verschoben; es stehen somit an jeder Seite drei Staubblätter, ein mittleres mit ganzem Staubbeutel (das des äußeren Kreises, Fig. 242 *B*, *a*), und zwei seitliche mit nur halber Anthere (die Hälften der beiden inneren, Fig. 242 *B*, a_1, a_1). Die Frucht schotenförmig vielsamig oder eine einsamige Schließfrucht. Pflanzen ohne Milchsaft. Same endospermreich.

Diclytra spectabilis, beliebte Zierpflanze; beide äußere Kronenblätter gespornt; die beiden inneren schließen mit löffelförmiger Spitze über den Antheren zusammen. — *Corydalis* cava, solida u. a. in Wäldern; nur das eine äußere Kronenblatt gespornt;

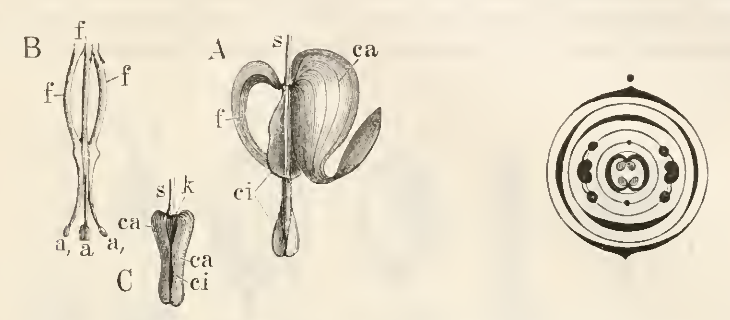


Fig. 242. *A* Blüthe von Diclytra spectabilis, das eine äußere Kronenblatt ist entfernt; *s* Blüthenstiel, *ca* äußeres, *ci* inneres Kronenblatt, *f* Staubblätter; *B* die drei Staubblätter der einen Seite von ihrer Fläche gesehen, *f* die Filamente, *a* die mittlere ganze, *a. a,* die seitlichen halben Antheren. *C* Blüthenknospe, an der die rasch abfallenden Kelchblätter *k* noch erhalten sind (nat. Gr.). — Diagramm der Fumariaceenblüthe.

Frucht zweiklappig aufspringend, mit mehreren wandständigen Samen; die genannten Arten mit knolliger Stengelbasis, andere, wie C. lutea, aurea, mit Rhizomen. — *Fumaria* officinalis und andere Arten auf Äckern; im Fruchtknoten sind nur wenige Samenanlagen, wovon nur eine zum Samen wird, Frucht eine kugelige Schließfrucht.

Fam. 3. Cruciferae. Blüthen meist aktinomorph, $K2 + 2\, C \times 4\, A2 + 2^2\, G\underline{2}$. Die vier Kronenblätter stehen in einem Quirl, der mit den vier Kelchblättern alternirt, als wären diese ein Kreis. Es sind im Ganzen drei Perigonkreise, wie bei den beiden vorigen Familien; während aber dort nur der äußerste Kreis calicinisch ist, sind es hier die beiden äußeren; und der innerste, der hier allein corollinisch ist, ist hier nicht zwei-, sondern viergliederig. Die äußeren beiden Staubblätter stehen seitlich, wie bei den anderen Familien; die beiden inneren, die bei den Fumariaceen gespalten sind, sind hier verdoppelt und haben längere Filamente (Fig. 244 *B*, *bb*), als die äußeren (*a*), daher die Blüthe tetradynamisch. An der Basis des Fruchtknotens stehen häufig kleine Drüsen (Fig. 244 *B*, *d*). Der Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern, welche an den verwachsenen Rändern die Samenanlagen in zwei alternirenden Längsreihen tragen; diese beiden Placenten sind aber durch eine dünne Gewebeplatte verbunden, welche, da sie nicht von den Karpellrändern gebildet wird, als falsche Scheidewand zu bezeichnen ist (Fig. 244 *D**, *E**, *v*; Fig. 186 *C*, *w*). Beim Öffnen der Frucht springt die Wandung in zwei, den Fruchtblättern entsprechenden Klappen ab, die Scheidewand bleibt stehen und verbindet die Placenten, an welcher die Samen noch eine Zeitlang hängen bleiben (s. Fig. 186 *C*, S. 218).



Fig. 243. Diagramm der Cruciferenblüthe.

Die Blüthen stehen in Trauben, in denen die Deckblätter unterdrückt sind; sind die unteren Blüthenstiele länger als die oberen, so wird die Traube einem Ebenstrauß ähnlich und es sind dann gewöhnlich die unteren Blüthen zygomorph, indem die nach der Peripherie zugewendeten Kronenblätter größer sind als die gegen die Traubenachse gerichteten (Iberis).

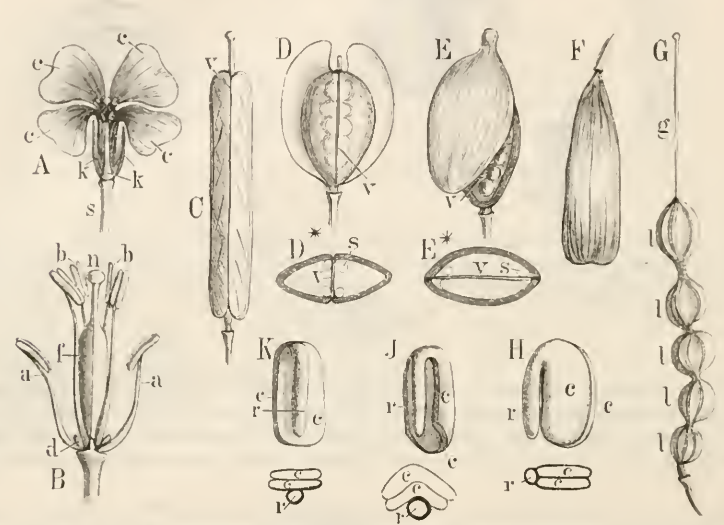


Fig. 244. Blüthen, Früchte und Embryonen verschiedener Cruciferen. *A* Blüthe von Brassica (nat. Gr.): *s* Blüthenstiel, *kk* Kelch, *c* Krone. *B* dieselbe nach Wegnahme des Perigons stärker vergrößert; *aa* die beiden äußeren kürzeren Staubblätter, *b* die vier längeren inneren, *f* der Fruchtknoten, *n* Narbe. *C* Schote von Brassica, *v* Scheidewand; *D* angustiseptes Schötchen von Thlaspi; *E* latiseptes Schötchen von Draba: *D** und *E** die beiden im Querschnitt schematisch, *v* Scheidewand, *s* Samen. *F* Nußartige Schließfrucht von Isatis. *G* Gliederschote von Rhaphanus Rhaphanistrum. *g* Griffel, *lll* die einsamigen Glieder. *K—H* Schemata der gekrümmten Embryonen mit ihren Querschnitten, *r* Würzelchen, *cc* die Cotyledonen.

Für die Eintheilung der Ordnung ist die Gestalt der Frucht von Wichtigkeit; dieselbe ist bei den einen viel länger als breit, eine Schote, Siliqua (Fig. 244 *C*, 186 *C*); bei den anderen hingegen nicht viel länger oder ebenso lang als breit, ein Schötchen, Silicula (Fig. 244 *D* und *E*). Letzteres ist gewöhnlich von einer Seite her etwas flachgedrückt und zwar entweder parallel mit der Scheidewand, d. h. seitlich, Fig. 244 *E* und *E**, so daß die Scheidewand dem größten Breitendurchmesser folgt, l a t i s e p t, oder aber senkrecht auf die Scheidewand, d. h. median, Fig. 244 *D* und *D**, so daß die Scheidewand den kürzesten Breitedurchmesser einnimmt, a n g u s t i s e p t. Auf wenige Gattungen sind Früchte mit nur einem oder wenigen Samen beschränkt, welche nicht aufspringen (z. B. Isatis, Fig. 244 *F*), sowie sog. Gliederschoten, welche zwischen den einzelnen Samen Querscheidewände besitzen und bei der Reife sich der Quere nach in einzelne Glieder trennen (z. B. Rhaphanus, Fig. 244 *G*).

Der Embryo ist im Samen in verschiedener Weise gekrümmt, indem entweder das Würzelchen der ebenen Fläche des einen Cotyledons aufliegt, Fig. 238 *K*, Cotyledones incumbentes, Notorhizeen (schematischer Quer-

schnitt: ○ ‖: oder bei derselben Lage des Würzelchens die Cotyledonen gefaltet sind, Fig. 238 *J*, Cotyledones incumbentes plicatae, Orthoploceen (schem. Querschn.: ○》》); oder drittens es liegt das Würzelchen seitlich an beiden Cotyledonen, Fig. 238 *H*, Cotyledones accumbentes, Pleurorhizeen (○ =); seltener sind die Cotyledonen spiralig gerollt, so daß sie auf dem Querschnitt zweimal durchschnitten werden, Spirolobeen ○ ‖ ‖, oder endlich doppelt gefaltet, so daß sie auf dem Querschnitt viermal erscheinen: Diplecolobeen: ○ ‖ ‖ ‖ ‖.

Die Samen enthalten viel fettes Öl.

A. Siliquosae. Frucht eine Schote, mehrmals länger als breit.

Unterfam. 1. Arabideae. ○ =. *Cheiranthus* Cheiri, Goldlack, *Matthiola* annua und incana, Levkoje, häufig als Zierpflanze kultivirt. — *Nasturtium* officinale, Brunnenkresse.

Unterfam. 2. Sisymbrieae. ○ ‖. *Sisymbrium* officinale, überall auf Schutt, *Erysimum* an Mauern.

Unterfam. 3. Brassiceae. ○ 》》. Als Kulturpflanzen sind die Arten der Gattung *Brassica* mit ihren Varietäten wichtig: Brassica oleracea, Kohl, mit folgenden Varietäten: acephala Gartengrünkohl, bullata, Wirsing, capitata, Kopfkohl, gongylodes, mit oberirdisch angeschwollener Stengelbasis, Kohlrabi; botrytis mit verwachsenen fleischigen Blüthenstielen und fehlschlagenden Blüthen, Blumenkohl; gemmifera mit zahlreichen seitlichen Laubknospen, Rosenkohl. Brassica Rapa, Rübenkohl, mit grasgrünen, rauhen Blättern und gleichhoher Blüthentraube, sowie Brassica Napus, mit blaugrünen kahlen Blättern und verlängerter Blüthentraube, werden beide sowohl als Ölpflanzen, als mit unterirdischen fleischigen Organen gebaut. Von B. Rapa stammen var. campestris, Sommerrübenkohl, und oleifera, Winterrübenkohl, als Ölpflanzen, sowie var. rapifera mit fleischiger Wurzel, weiße Rübe. Dagegen von B. Napus var. annua Sommerraps, hiemalis Winterraps als Ölpflanzen, und var. napobrassica mit unterirdisch verdicktem Stengel, Bodenkohlrübe. — Brassica nigra und *Sinapis* alba, Senf.

B. Siliculosae. Frucht ein Schötchen.

Unterfam. 4. Latiseptae. ○ = oder ○ ‖. *Cochlearia* officinalis, Löffelkraut, C. Armoracia mit starker Wurzel, Meerrettig. — *Alyssum* calicinum, *Farsetia* incana, *Draba* verna (Fig. 244 *E*), häufige Unkräuter.

Unterfam. 5. Angustiseptae. Cotyledonen verschiedenartig gekrümmt. *Thlapsi* arvense (Fig. 244 *D*), perfoliatum, *Capsella* Bursa pastoris sind häufige Unkräuter; bei letzterer sind nicht selten die Kronenblätter in Staubblätter verwandelt.

C. Nucamentaceae. Frucht eine nußartige, einsamige Schließfrucht. —

Isatis tinctoria, Waid, mit flachgedrückten hängenden Früchten (Fig. 244 *F*) wird zur Indigobereitung benutzt. —

D. Lomentaceae. Frucht eine Gliederschote (Fig. 238 *G*).

Rhaphanus sativus Rettig, mit fleischiger rübenförmiger Wurzel, Rh. Rhaphanistrum, häufiges Unkraut.

Offizinell: Herba Cochleariae von Cochlearia officinalis in Nordeuropa; Semen Sinapis von Brassica nigra, schwarzer Senf, früher auch Semen Sinapis albae von Sinapis alba, weißer Senf.



Fig. 245. Blüthe von Capparis spinosa (nat. Gr.). *s* Blüthenstiel. *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter, *f* Fruchtknoten mit Gynophorum *t*.

Fam. 1. Capparideae. Blüthen aktinomorph. $K2 + 2\,C \times 4\,A2 + 2^2$ oder ∞ $G\underline{(2)}$ oder

∞). Staubblätter nicht tetradynamisch; Fruchtknoten von einer besonderen Achsenverlängerung (Fig. 245 *t*) getragen. Frucht schoten- oder beerenartig.

Die Blüthenknospen von *Capparis* spinosa in Südeuropa sind die sog. Kapern.

Ordnung 1. Cistiflorae.

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, hypogyn. Kelch mit deckender Knospenlage, Staubblätter meist zahlreich in Folge von Verzweigung, bei einzelnen jedoch in gleicher oder doppelter Anzahl wie die Kronenblätter. Karpelle synkarp, häufig weniger als Kelchblätter; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand.

Fam. 1. Resedaceae. Blüthen zygomorph, im Perigon 5 bis 8-gliederig, die Kronenblätter in ihrem oberen Theile zerschlitzt. Staubblätter 10 oder mehr; Fruchtblätter 2—6 einen einfächerigen, oben stets geöffneten Fruchtknoten bildend, mit wandständigen zahlreichen Samenanlagen. Blüthenstand eine einfache Traube, ohne Vorblätter. Same ohne Endosperm.

Reseda lutea, Wau, wird in der Färberei benutzt; R. odorata, verbreitete Zierpflanze.

Fam. 2. Cistineae. Blüthen aktinomorph, meist pentamer. Von den fünf Kelchblättern sind gewöhnlich die beiden äußeren kleiner, fehlen bisweilen ganz. Staubblätter zahlreich, wahrscheinlich durch Verzweigung. Fruchtblätter drei oder fünf, einen ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten bildend. Samenanlagen gerade. Same mit Endosperm. Bäume oder Stauden mit oft opponirten Blättern, mit Nebenblättern.

Cistus ladaniferus, creticus u. a. Arten in Südeuropa schwitzen ein balsamisches Harz aus. — *Helianthemum* vulgare, ein bei uns sehr häufiger Halbstrauch.

Fam. 3. Bixaceae. *Bixa* Orellana in Amerika enthält im Samen einen rothgelben Farbstoff, der als Terra Orellana in den Handel kommt.

Fam. 4. Hypericineae. $K5\ C5\ A0 + 5^{\infty}\ G_{(\underline{5})}$ oder $A0 + 3^{\infty}\ G_{(\underline{3})}$. Die fünf verzweigten Staubblätter sind den Kronenblättern superponirt, weil ein äußerer, bei einigen ausländischen Gattungen durch Staminodien angedeuteter Staubblattkreis fehlschlägt. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig oder mehrkammerig; Samenanlagen zahlreich, wandständig, anatrop. Same ohne Endosperm. Kräuter oder Halbsträucher mit decussirten ganzen Blättern, die von zahlreichen Ölbehältern durchsichtig punktirt sind, ohne Nebenblätter.



Fig. 246. Diagramm von Hypericum.

Hypericum perforatum, hirsutum, humifusum u. a. Arten bei uns in Wäldern, Auen nicht selten.

Fam. 5. Elatineae. Wasserpflanzen mit quirligen oder decussirten ganzen Blättern; Blüthen aktinomorph, zwitterig, 4- bis 6zählig. $Kn\ Cn\ An + n\ G_{(\underline{n})}$. Blüthen einzeln in den Blattachseln ohne Vorblätter.

Elatine Alsinastrum u. a. Arten, nicht häufig.

Fam. 6. Tamaricineae. Blüthen aktinomorph, zwitterig, vier- oder fünfgliederig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen. Fruchtknoten meist trimer, einfächerig, mit grund- oder wandständigen Samenanlagen. Kapsel loculicid. Same ohne Endosperm mit haarigem Schopf. Blüthen in Trauben oder Ähren.

Myricaria germanica, Tamariske, an Flußufern, mit monadelphischen Staubblättern. — *Tamarix* in Südeuropa.

Fam. 7. Ternstroemiaceae. Blüthen im Perigon (und oft im Andröceum) spiralig, der Kelch von den zahlreichen Hochblättern nicht scharf geschieden. Staubblätter zahlreich. Fruchtknoten mehrfächerig. Bäume oder Sträucher mit zerstreut gestellten, ganzen, meist lederartigen Blättern, ohne Nebenblätter.

Camellia japonica, bekannte Zierpflanze. — *Thea* chinensis; die getrockneten Blätter sind der bekannte Thee; die Sorten des schwarzen und grünen Thees unterscheiden sich nur durch die Behandlungsweise der Blätter beim Trocknen.

Fam. 8. Clusiaceae. Bäume oder Sträucher mit diklinischen Blüthen. — Offizinell: Gutti, Gummiharz von Garcinia Morella (Ostindien).

Fam. 9. Dipterocarpeae. Bäume, meist mit Nebenblättern. Der Kelch vergrößert sich bei der Fruchtreife bedeutend.

Dryobalanops Camphora in Sumatra und Borneo liefert den sogenannten Borneokampher.

Fam. 10. Violarieae. Blüthen $K5\ C5\ A5\ G(\underline{3})$, stets seitlich; Samenanlagen anatrop, an der Wand des einfächerigen Fruchtknotens. Frucht loculicide Kapsel (Fig. 247 *C*). Same mit Endosperm. Die bei uns einheimischen Pflanzen haben zygomorphe Blüthen; das vordere untere Kronenblatt ist in einen Sporn verlängert (Fig. 247 *A*, *cs*), in welchem der von den spornförmigen Anhängseln der unteren Staubblätter (Fig. 247 *A*, *fs*) abgeschiedene Nektar sich ansammelt. Die Kelchblätter besitzen an der Basis Anhängsel (Fig. 247 *A*, *ls*).

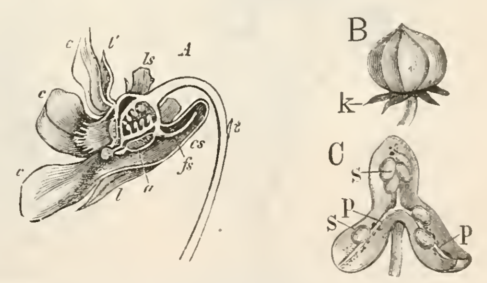


Fig. 247. Viola tricolor. *A* Blüthe im Längsschnitt, *v* Vorblatt des Blüthenstiels; *l* Kelchblätter, *ls* deren Anhängsel; *c* Kronenblätter, *cs* der Sporn des unteren Kronenblattes; *fs* spornförmiges Anhängsel der unteren Staubblätter; *a* Antheren (nach *Sachs*). *B* reife Frucht, *k* Kelch, *C* dieselbe aufgesprungen; *p* Placenten, *s* Samen (wenig vergr.).

Viola, Veilchen; manche Arten besitzen nur einen unterirdischen Stamm, der schuppenartige Niederblätter, gestielte Laubblätter und einblüthige, mit Vorblättern versehene Blüthenstiele treibt, so V. odorata, Märzenveilchen, mit Ausläufern; V. hirta, collina u. a. ohne Ausläufer. Bei anderen dagegen stehen die Blüthenstiele seitlich an oberirdischen, mit Laubblättern besetzten Stengeln, so bei V. canina. Bei V. mirabilis sind diese beiden Formen derart vereinigt, daß im Frühjahre vom Rhizome Blüthen mit großen blauen Kronenblättern emporkommen, die aber stets unfruchtbar sind, erst später erscheinen an oberirdischen Laubstengeln unscheinbare Blüthen mit winzigen Kronenblättern; nur diese sind fruchtbar. Bei V. tricolor und verwandten Arten sind die Nebenblätter groß, fiederspaltig oder getheilt, grün.

Offizinell: Herba Violae tricoloris von Viola tricolor.

Fam. 11. Droseraceae. Blüthen $K5\ C5\ A5$ oder mehr $G\underline{(3)}$ oder $\underline{(5)}$, aktinomorph; Fruchtknoten einfächerig, Samenanlagen wand-, seltener grundständig. Kräuter ohne Nebenblätter mit drüsigen, haarähnlichen Anhängseln, welche zum Insektenfang dienen.

Drosera mit wickeliger Infloreszenz auf blattlosem Schaft, meist grundständigen Blättern, die am Rande und an der Oberseite mit den haarähnlichen aber von Fibrovasalsträngen durchzogenen) Anhängseln besetzt sind (s. oben S. 97 Fig. 79); D. rotundifolia, longifolia, nicht selten auf Mooren. — *Aldrovanda* vesiculosa schwimmende Wasserpflanze mit quirlständigen Blättern, welche sich in Folge von Reiz zusammenklappen, Blüthen einzeln, axillär. — *Dionaea* muscipula, Fliegenfalle, aus Nordamerika mit ebenfalls zusammenklappenden Blättern; Blüthen mit 10—20 Staubblättern, grundständigen Samen.

Fam. 12. Sarraceniaceae. Blüthen aktinomorph, hermaphrodit, mit 15 oder mehr Staubblättern.

Sarracenia und *Darlingtonia* sind durch den eigenthümlichen hohlen Bau der Blattspreite ebenfalls für den Insektenfang eingerichtet.

Fam. 13. Nepentheae. Blüthen diöcisch, aktinomorph mit einfachem Perigon.

Merkwürdig ist die krugförmige Ausbildung der Blattspreite bei *Nepenthes*, welche ebenfalls dem Insektenfang dient.

Ordnung 12. Columniferae.



Fig. 248. Blüthenstand der Linde, Tilia grandifolia: *a* Zweig, *b* Blattstiel mit Achselknospe, *h* Flügelblatt, *k* Kelch, *c* Krone, *s* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *kn* Blüthenknospen (nat. Gr.).

Blüthen cyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, aktinomorph, hypogyn, Kelch mit klappiger, Krone mit convolutiver Knospenlage. Staubblätter ursprünglich in 2 Kreisen, fast stets verzweigt und außerdem oft verwachsen. Karpelle meist fünf oder mehr, einen synkarpen gefächerten Fruchtknoten bildend.

Fam. 1. Tiliaceae. Bei unseren einheimischen Repräsentanten ist der episepale Staubblattkreis unterdrückt, die Glieder des epipetalen verzweigt, die Zweige ganz frei, zuweilen die innersten zu Staminodien umgebildet; die Antheren ungespalten. Fruchtknoten fünffächerig mit je zwei Samenanlagen; Frucht meist einsamig. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern.

Die einzige bei uns einheimische Gattung ist *Tilia*, Linde. Blätter zweizeilig mit abfallenden Nebenblättern; Jahrestriebe ohne Gipfelknospe. Die Blüthenstände mit einem eigenthümlichen Blatt, dem »Flügelblatt«, theilweise verwachsen, dessen Stellung aus

Folgendem erhellt. In der Achsel der meisten Blätter steht eine Knospe nebst einem Blüthenstand (Fig. 248); das Flügelblatt (Fig. 248 *h*) und die gegenüberstehende Knospenschuppe sind die beiden ersten Blätter des in der Blattachsel befindlichen Sprosses, der mit dem Blüthenstande abschließt und welchem das Flügelblatt eine Strecke weit anwächst. Die Winterknospe steht in der Achsel der oben erwähnten ersten Knospenschuppe. Der Blüthenstand selbst schließt mit einer Endblüthe, aus der Achsel zweier Hochblätter kommen weitere Blüthen, aus deren Vorblättern sich die Verzweigung wiederholen kann. — T. grandifolia, Sommerlinde, mit wenigblüthigem Blüthenstande, unterseits heller grünen, in den Nervenwinkeln weißbärtigen Blättern, und T. parvifolia, Winterlinde, mit reichblüthigerem Blüthenstand, unterseits blaugrünen, rothbärtigen Blättern. Bei den amerikanischen Arten und der osteuropäischen T. tomentosa sind die innersten Staubblattzweige Staminodien. — *Corchorus* in Ostindien liefert die als Jute bekannte Gespinnstfaser.

Offizinell: Flores Tiliae von Tilia grandifolia und parvifolia.

Fam. 2. Sterculiaceae. Kelch gamosepal; die epipetalen Staubblätter meist verdoppelt oder verzweigt, die episepalen sind Staminodien oder unterdrückt. Antheren bisweilen gespalten. Die Krone fehlt zuweilen.

Theobroma Cacao, ein aus dem tropischen Amerika stammender Baum. Die Samen, welche einen stickstoffhaltigen Körper, das Theobromin, und festes Fett enthalten, dienen zur Bereitung der Chokolade, auch offizinell.

Fam. 3. Malvaceae. Kelch meist gamosepal, Krone an der Basis etwas mit dem Andröceum verwachsen; letzteres bildet eine oben in zahlreiche Zweige auseinandergehende Röhre (Fig. 249 *A*, *s*), verwachsen aus fünf

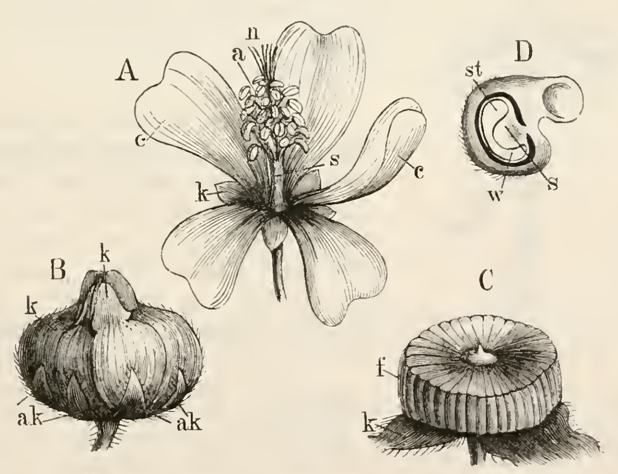


Fig. 249. *A* Blüthe von Malva Alcea (nat. Gr.). *k* Kelch, *c* Krone, *s* die verwachsenen Staubblätter mit den Antheren *a*, *n* Narben. *B* Frucht von Althaea rosea im Kelch *k* eingeschlossen, *ak* Außenkelch; *C* dieselbe nach Entfernung des Kelches. *D* ein einzelnes Fach derselben im Längsschnitte, *s* der Same, *w* Würzelchen, *st* Cotyledonen des Embryos (vergr.).

episepalen verzweigten Staubblättern, deren Antheren ebenfalls gespalten, daher »einfächerig« sind (Fig. 249 *A*, *a*). Fruchtknoten aus meist vielen Karpellen gebildet, vielfächerig (Fig. 249 *C*, *f*), mit meist je einer Samenanlage in jedem Fach (Fig. 249 *D*, *s*). An der Basis der Blüthe häufig eine

von Hochblättern gebildete Hülle, der Außenkelch. Sträucher oder Kräuter mit Nebenblättern und meist handförmiger Nervatur der Blätter.

Malva mit dreiblätterigem, *Hibiscus* mit vierblätterigem, *Althaea* mit sechs- bis neunspaltigem Außenkelch, in mehreren Arten kultivirt, so Althaea rosea mit hohem Stengel, auch einheimisch wie Malva silvestris u. a. — *Gossypium* herbaceum aus Ägypten, arboreum und religiosum aus Ostindien, peruvianum und hirsutum aus Amerika liefern die Baumwolle, welche aus den langen Haaren der Samenschale besteht.

Offizinell: Folia Malvae von Malva vulgaris und M. silvestris; Flores Malvae von Malva silvestris; Folia und Radix Althaeae von Althaea officinalis, Eibisch.

C. Eucyclicae.

Blüthen meist hypogyn, cyklisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubblattkreisen, nur selten mit mehr Staubblättern. Fruchtknoten synkarp.

Ordnung 13. Gruinales.

Blüthen meist durchgehends fünfzählig, die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt, Fruchtknoten meist fünffächerig mit hängenden Samenanlagen, deren Mikropyle nach innen liegt. Kein Discus. $K5\,C5\,A5 + 5 \mid G(\underline{5})$.

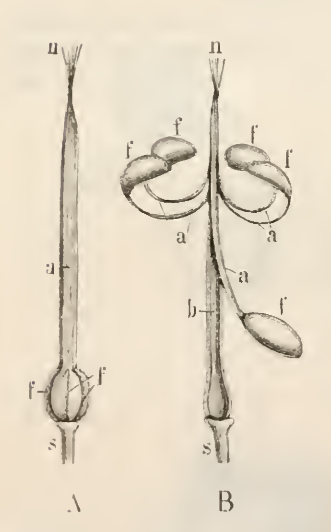


Fig. 250. Frucht von Geranium. *A* vor, *B* nach dem Aufspringen; *s* Blüthenstiel, *f* die Fächer des Fruchtknotens, *a* der Schnabel, *n* Narben; *b* der mittlere Theil der Scheidewände (etwas vergrößert).

Fam. 1. Geraniaceae. Blüthen meist aktinomorph, in jedem Fruchtknotenfach zwei Samenanlagen. Der Fruchtknoten verlängert sich nach oben in einen Schnabel (Fig. 250 *A*, *a*), die Frucht öffnet sich von unten her septifrag, wobei die Klappen sich spiralig nach oben einrollen (Fig. 250 *B*). Kräuter mit Nebenblättern.

Geranium in mehreren Arten bei uns einheimisch. — *Erodium*, die Kronstaubblätter sind Staminodien; E. cicutarium auf Äckern; von E. gruinum in Südeuropa werden die Fruchtschnäbel als Hygroskope verwendet. — *Pelargonium* mit zygomorpher Blüthe, deren hinteres Kelchblatt in einen der Achse angewachsenen Sporn ausläuft; P. zonale u. a. bekannte Zierpflanzen.

Fam. 2. Lineae. Blüthen aktinomorph, $K5\,C5\,A5 + \div 5 \mid G(\underline{5})$, seltener viergliederig; die Kronstaubblätter sind Staminodien. Fruchtknotenfächer durch eine unvollständige falsche Scheidewand getheilt, jede Abtheilung mit einer Samenanlage. Kapsel loculicid. Meist Kräuter mit einfachen Blättern mit oder ohne Nebenblätter.

Linum usitatissimum, Flachs, Lein. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verarbeitet, die Samen enthalten Öl; die äußersten Zellwände der Samenschale sind verschleimt.

Offizinell: Semen Lini von Linum usitatissimum.

Fam. 3. Oxalideae. Blüthen aktinomorph, $K5\,C5\,A5+5 \mid G\underline{(5)}$; Staubblätter an der Basis untereinander verwachsen, die Kelchstaubblätter länger. Samenanlagen zahlreich. Frucht eine Kapsel oder seltener Beere. Same endospermreich. Meist Kräuter ohne Nebenblätter, mit zusammengesetzten Blättern (s. Fig. 82).

Oxalis Acetosella, Sauerklee, in Wäldern, enthält sehr viel Kaliumoxalat. Die verdickten Wurzeln oder unterirdischen Stengel einiger amerikanischen Arten (O. esculenta, crenata, Deppei) enthalten viel Schleim und werden gegessen.

Fam. 4. Balsamineae. Blüthen zygomorph, $K5\,C5\,A5+0 \mid G(5)$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die beiden vorderen kleiner oder ganz fehlend: das vordere Kronenblatt größer. Fruchtknoten fünffächerig, mit zahlreichen Samenanlagen in jedem Fach; die Frucht springt elastisch septifrag auf mit Loslösung der Außenwand von der Mittelsäule. Kräuter mit durchscheinendem Stengel, einfachen Blättern, ohne Nebenblätter.

Impatiens Noli tangere, deren reife Frucht bei der geringsten Berührung aufspringt, in Wäldern. I. Balsamina, verbreitete Zierpflanze aus Ostindien.

Fam. 5. Tropaeoleae. Blüthen zygomorph, $K5\,C5\,A4+4\,G\underline{(3)}$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die drei unteren Kronenblätter mit Nagel, gewimpert, die beiden medianen Staubblätter (also je eines jedes Kreises) unterdrückt. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer Samenanlage. Kräuter ohne Nebenblätter.

Tropaeolum maius und minus, Kapuzinerkresse, mit schildförmigen Blättern, verbreitete Zierpflanzen aus Peru.

Ordnung 14. Terebinthinae.

Blüthen meist durchgehends fünfzählig. Karpelle epipetal, Fruchtknoten meist fünffächerig. Ein Discus zwischen Andröceum und Gynäceum.

Fam. 1. Zygophylleae. Blüthen aktinomorph, hermaphrodit, fünf- oder vierzählig. Kräuter oder Holzpflanzen mit decussirten paarig gefiederten Blättern und Nebenblättern.

Offizinell: Lignum Guajaci von Guajacum officinale (Westindien), »Pockholz«, durch außerordentliche Härte und Schwere ausgezeichnet.

Fam. 2. Rutaceae. Blüthen meist aktinomorph, Fruchtknoten bisweilen theilweise apokarp, doch meist mit verwachsenen Griffeln: Antheren intrors. In den Blättern und der Rinde Ölbehälter.

Unterfam. 1. Ruteae. Placenten in die Fruchtknotenfächer vorspringend, mit 3 oder mehr Samenanlagen. Same mit Endosperm; Frucht eine loculicide Kapsel.

Ruta graveolens, in Südeuropa, mit fünfzähligen Gipfelblüthen, vierzähligen Seitenblüthen; *Dictamnus* Fraxinella mit zygomorph ausgebildeter Blüthe.



Fig. 251. Diagramm der Blüthe von Dictamnus.

Unterfam. 2. Diosmeae. Fruchtknotenfächer mit nur zwei Samenanlagen. Blätter stets einfach.

Barosma, *Agathosma*, *Empleurum*.

Unterfam. 3. Xanthoxyleae. Blüthen meist polygam-diöcisch.

Xanthoxylum fraxineum aus Nordamerika, bisweilen kultivirter Strauch.

Unterfam. 4. Toddalieae. Fruchtknoten vollkommen synkarp, saftige oder trockene geflügelte Schließfrucht.

Ptelea trifoliata, Zierstrauch aus Nordamerika, mit dreizähligen Blättern, weißen Blüthen.

Unterfam. 5. Aurantieae. Fruchtknoten synkarp, meist vielgliederig; Frucht eine Beere, Kelch gamosepal.

Citrus mit zahlreichen, in eine unbestimmte Anzahl von Bündeln verwachsenen Staubblättern (Fig. 252 *A*), die durch die Verzweigung der fünf episepalen Staubblätter entstanden sind. Fruchtknotenfächer (und Karpelle) meist mehr als Kronenblätter, während der Fruchtreife von einem saftigen, der Wandung entsprossenden Gewebe ausgefüllt. In den Blüthentheilen und der Frucht findet sich reichlich ätherisches Öl. Die Blätter, ursprünglich gefiedert, sind auf das Endblättchen reduzirt, wie sich aus der Gliederung zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel ergiebt (s. Fig. 17 *G*, S. 22).

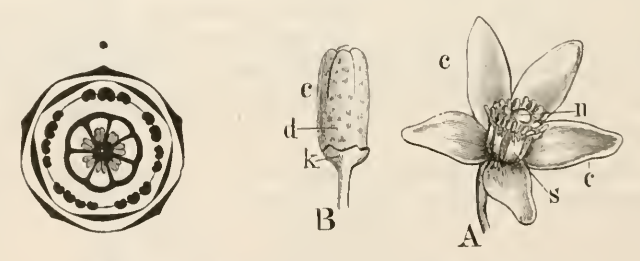


Fig. 252. Blüthe und Diagramm von Citrus. *A* geöffnet, *c* Krone, *s* die theilweise verwachsenen Staubblätter, *n* Narbe; *B* Knospe, *k* Kelch, *c* Krone, *d* die Ölbehälter.

Citrus medica und Limonium, Citrone; Citrus vulgaris = C. Aurantium in verschiedenen Varietäten, Orange, in Südeuropa, ursprünglich aus dem tropischen Asien stammend.

Offizinell: Fructus immaturi und Cortex Fructus Aurantii von Citrus vulgaris, und zwar der bitteren Varietät; Cortex Fructus Citri von Citrus Limonum. Folia Jaborandi, Fiederblätter von Pilocarpus pennatifolius in Brasilien.

Fam. 3. Meliaceae. Staubblätter monadelphisch, mit Anhängseln (Stipulae) der Filamente; keine Ölbehälter in den Blättern und der Rinde.

Von *Swietenia* Mahagoni in Amerika stammt das Acajou- oder Mahagoniholz; andere Repräsentanten liefern theils farbige, theils durch ihre Festigkeit ausgezeichnete Hölzer; das von *Cedrela*-Arten wird oft fälschlich Cedernholz genannt (Cigarrenkistchen).

Fam. 4. Simarubeae. Blüthen stets aktinomorph, bisweilen diklin. Keine Ölbehälter, aber Rinde und Holz mit Bitterstoff.

Ailanthus glandulosa, Götterbaum, aus China, mit vielpaarig gefiederten Blättern, geflügelter Schließfrucht, häufiger Zierbaum.

Offizinell: Lignum Quassiae von Quassia amara und Picraena excelsa (Südamerika).

Fam. 5. Burseraceae. Blüthen aktinomorph, Fruchtknoten synkarp, mit 2 Samenanlagen in jedem Fach. Im Baste Harzgänge.

Offizinell: Myrrha, Gummiharz von Balsamea Myrrha und anderen Arten (Arabien).

Fam. 6. Anacardiaceae. Fruchtknoten oft weniggliederig, oft nur ein Fruchtblatt vollkommen ausgebildet, zwei andere nur als Griffel oder Narben. — Harzgänge.

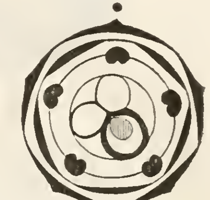


Fig. 253. Diagramm der Blüthe von Rhus.

Rhus in mehreren Arten häufige Ziersträucher; Rh. Coriaria (Südeuropa) findet in der Gerberei Anwendung. — Bei *Cotinus* coccygria, Perückenstrauch (Südeuropa), abortiren viele Blüthen, während die behaarten Blüthenstiele sich sehr verlängern. — *Pistacia* (Kronenblätter und epipetale Staubblätter fehlen) vera in Südeuropa mit eßbaren Früchten.

Ordnung 15. Aesculinae.

Blüthen meist fünfzählig, häufig zygomorph; Fruchtknoten zwei- oder dreizählig; Staubblätter meist theilweise unterdrückt. Discus, wenn vorhanden, zwischen Krone und Andröceum. Same ohne Endosperm. Meist Holzpflanzen.

Fam. 1. Sapindaceae. Blüthen meist schräg zygomorph, indem zwei Kronenblätter der einen Seite sich größer und in anderer Form ausbilden, als die drei anderen, von welchen bisweilen eines (das in die Symmetrieachse fallende) fehlt. Meist fehlen drei Staubblätter, daher im Ganzen sieben. Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei Samenanlagen.



Fig. 254. Diagramm der Blüthe von Aesculus.

Aesculus mit decussirten, handförmig getheilten Blättern, ohne Nebenblätter; die Blüthen in terminalen Wickeltrauben, die Frucht springt loculicid auf; die Samen haben eine sehr entfernte Ähnlichkeit mit den Früchten von Castanea. A. Hippocastanum, Roßkastanie, aus Asien stammend. A. carnea, A. Pavia u. a. häufig kultivirt. Die übrigen zahlreichen Gattungen und Arten in wärmeren Gegenden (bei uns auch nur selten kultivirt), mit zerstreut gestellten, meist gefiederten Blättern; das Fruchtfleisch von *Sapindus* Saponaria (Antillen) schäumt mit Wasser wie Seife.

Fam. 2. Acerineae. Blüthen im ganzen aktinomorph, meist nur 8 Staubblätter, indem die beiden medianen fehlen. Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, bei der Reife in zwei einsamige geflügelte Theilfrüchte (Fig. 255) zerfallend. Blätter decussirt, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. Blüthen in terminalen Trauben (oft verkürzt), mit Gipfelblüthe.

Acer, Ahorn; die wichtigsten Arten sind A. Pseudoplatanus, Traubenahorn, mit gekerbtem Blattrand, hängenden gestreckten Blüthentrauben, die erst nach der Belaubung blühen, und parallel gerichteten Fruchtflügeln; A. platanoides, Spitzahorn, mit spitz und buchtig gezähntem Blattrand, aufrechten, verkürzten Blüthentrauben, die vor der Belaubung blühen, und stark divergirenden Fruchtflügeln (noch stärker als in Fig. 255). A. campestre, Maßholder, zuweilen strauchförmig, mit dreilappigem Blatt, aufrechten verkürzten Bluthentrauben, die nach der Belaubung blühen, und in direkte Verlängerung auseinanderspreizenden Fruchtflügeln. Außerdem werden häufig nordamerikanische Arten kultivirt: A. rubrum mit nur 5 (episepalen) Staubblättern; A. dasycarpum ebenso, ohne Krone, diöcisch; A. Negundo mit gefiedertem Blatt, Blüthen den vorigen ähnlich, diöcisch. Aus dem Safte besonders von A. nigrum und dasycarpum wird Zucker gewonnen.

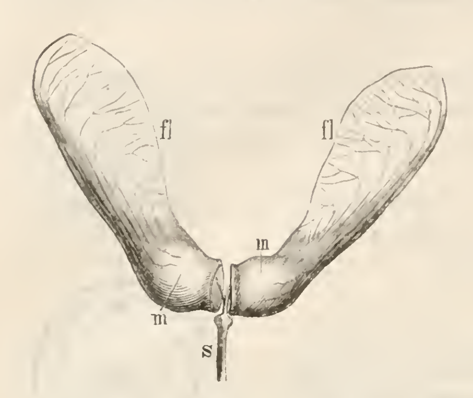


Fig. 255. Frucht des Spitzahorns, in die beiden Theilfrüchte *m* zerfallend; *s* Blüthenstiel; *fl* die flügelartigen Anhängsel (nat. Gr.).

Fam. 3. **Polygalaceae.** Blüthen median-zygomorph; die beiden seitlichen Kelchblätter bedeutend vergrößert, die sog. »Flügel« (Fig. 256 *k'*). Kronenblätter gewöhnlich nur drei (die beiden seitlichen fehlen), davon das vorderste sehr groß, kielförmig gefaltet; Staubblätter meist acht (die beiden medianen fehlen), zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, mit welcher auch die Krone, wenigstens das vordere Blatt verschmolzen ist (Fig. 256). Fruchtknoten aus zwei medianen Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit je einer hängenden Samenanlage. Frucht meist eine Kapsel. Die Blüthe gleicht entfernt einer Papilionaceenblüthe; es ist aber wohl zu beachten, daß die beiden »Flügel« hier dem Kelch angehören.

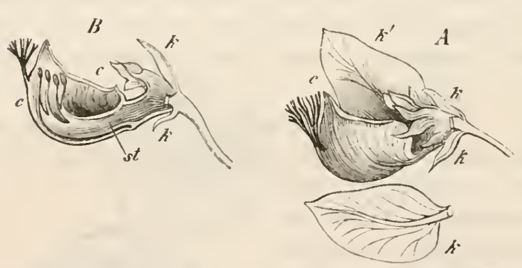


Fig. 256. Blüthe von Polygala grandiflora. *A* von außen nach Wegnahme des zugewendeten großen Kelchblattes; *B* im Längsschnitt. *k* Kelch, *k'* Flügel; *c* Krone, *st* Staubblätterröhre (nach *Sachs*).

Polygala vulgaris, amara u. a. kleine, an der Basis holzige Kräuter, auf Wiesen, in Wäldern.

Offizinell: Radix Senegae von Polygala Senega (Virginien).

Fam. 4. **Erythroxyleae.** Blüthen aktinomorph; Krone mit Ligula; Staubblätter zehn, durch den Discus zu einer Röhre verwachsen. Same mit Endosperm.

Das Holz der meisten Arten enthält rothen Farbstoff. Die Blätter von *Erythroxylon* Coca werden von den Peruanern als Reizmittel gekaut und finden bei uns medizinische Anwendung.

Ordnung 16. Frangulinae.

Blüthen aktinomorph, vier- oder fünfzählig (bisweilen peri- oder epigyn): von den beiden Staubblattkreisen fast stets nur einer (bald der episepale, bald der epipetale) ausgebildet. Discus bald innerhalb, bald außerhalb des Andröceums. Same fast immer mit Endosperm. Holzpflanzen. $K5\,C5\,A5$ oder 0, $+$ 0 oder 5, $G\,\underline{5}$ oder weniger.

a) $Kn\,Cn\,An + o\,G\,\underline{(n)}$ oder weniger; $n = 4$ oder 5, selten 6.

Fam. 1. Celastrineae. Blüthen vier- oder fünfgliedrig. Staubblätter und Fruchtknoten einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenfächer mit meist zwei aufrechten Samenanlagen. Blätter zerstreut oder decussirt, ganz, mit Nebenblättern.

Evonymus, Pfaffenkäppchen, mit loculicider Kapsel und orangerothem Arillus des Samens; E. europaeus und latifolius, kultivirt und wild.

Fam. 2. Staphyleaceae. Blüthen fünfgliedrig; Staubblätter außerhalb des Discus. Samenanlagen zahlreich, aufsteigend. Blätter decussirt, gefiedert, mit Nebenblättern.

Staphylea, Pimpernuß, mit aufgeblasener Kapsel; St. pinnata und trifolia kultivirt.

Fam. 3. Pittosporaceae. Blüthen fünfgliedrig. Kein Discus. Samenanlagen zahlreich an den meist nicht verwachsenen Scheidewänden. Blätter einfach, ohne Nebenblätter.

Pittosporum Tobira, undulatum, crassifolium, Zierpflanzen (Australien).

Fam. 4. Ilicineae. Blüthen vier-, fünf- (selten sechs-)gliedrig. Kein Discus. Samenanlage nur eine hängend im Fruchtknotenfach. Kronenblätter an der Basis etwas untereinander verklebt. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter.

Ilex Aquifolium, Stechpalme, in Gebirgswäldern, mit lederartigen, immergrünen, dornig gezähnten Blättern, Beerenfrucht, in Gärten in vielen Varietäten kultivirt. Von J. paraguaiensis (Südamerika) werden die Blätter als Thee benutzt.

b) $Kn\,Cn\,Ao + n\,G\,(2)$ bis (4); $n = 4$ oder 5, selten 6.

Fam. 5. Rhamneae. Kelch meist gamosepal: Kronenblätter stets klein, oft kapuzenförmig die vor ihnen stehenden Staubblätter einhüllend (Fig. 257). Blüthen zuweilen diklinisch. Discus den Fruchtknoten umgebend. Je eine aufrechte Samenanlage in jedem Fruchtknotenfach. Blätter meist zerstreut, ganz, mit Nebenblättern. Stein- oder Kapselfrucht.



Fig. 257. Blüthe von Rhamnus Frangula (vergr.). *k* Kelch, an der Basis zu einer Röhre *d* verwachsen, *c* die kapuzenförmigen Kronenblätter, welche die Staubblätter *a* einschließen.

Rhamnus cathartica, Kreuzdorn mit decussirten Blättern, dornigen Zweigenden; Rh. Frangula mit zerstreuten Blättern, dessen Holz eine sehr leichte Kohle giebt; von Rh. infectoria u. a. in Südeuropa wird der Farbstoff der Beeren technisch verwerthet.

Offizinell: Cortex Frangulae von Rhamnus Frangula.

Fam. 6. Ampelideae. Blüthen vier- oder fünfzählig. Kelchblätter klein; Kronen oft vor dem Aufblühen mützenförmig abgeworfen (Fig. 258 *A*, *c*). Discus zwischen Andröceum und Gynäceum, meist in einzelne Drüsen ausgezogen. Je zwei aufrechte Samenanlagen in jedem Fruchtknotenfach. Frucht eine Beere. Meist rankende Sträucher mit handförmig gelappten oder getheilten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter.

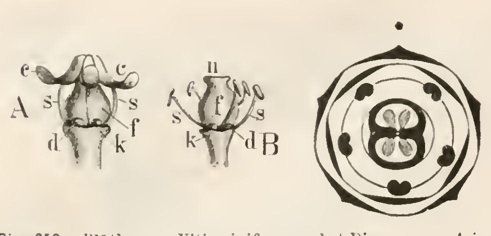


Fig. 258. Blüthe von Vitis vinifera, nebst Diagramm, *A* im Aufblühen begriffen, *B* geöffnet; *k* Kelch, *c* Krone, *d* Drüsen, *s* Staubfäden, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (etwas vergr.).

Vitis vinifera, Weinstock, vielleicht aus dem Orient stammend, in zahllosen Varietäten kultivirt; andere Arten (V. vulpina, V. Labrusca), sowie *Ampelopsis* hederacea, wilde Rebe in Nordamerika, letztere überall kultivirt. Den Blättern gegenüber entspringen Ranken, welche aus der Achsel kleiner schuppenförmiger Blätter sich weiter verzweigen (s. o. S. 28, Fig. 21 *A*); wahrscheinlich ist die Rebe als Sympodium aufzufassen, indem nicht die Ranke seitlich steht, sondern der Achselsproß des ihr gegenüberstehenden Blattes sich später entwickelt.

Ordnung 17. Tricoccae.

Blüthen meist diklinisch; Perigon meist einfach, zuweilen jedoch aus Kelch und Krone bestehend, bisweilen fehlend; Fruchtknoten oberständig, meist dreifächerig mit je einer oder zwei anatropen, fast immer hängenden Samenanlagen. Same mit Endosperm. Im Übrigen ist der Blüthenbau sehr mannigfaltig und die vielfachen Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe noch nicht genügend aufgeklärt.

Fam. 1. Euphorbiaceae. Die hängenden Samenanlagen mit der Mikropyle nach außen gewendet. Pflanzen von sehr verschiedenem Blüthenbau, von sehr verschiedenem Aussehen, mit Milchsaft.

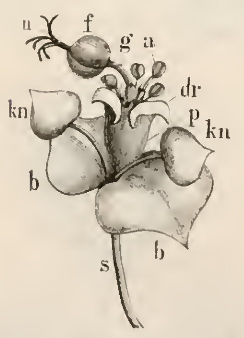


Fig. 259. Theil eines Blüthenstands von Euphorbia, *b b* Hochblätter, in deren Achseln die Blüthenknospen *kn*; im Cyathium *p* die Hülle, *dr* deren Drüsen, *a* die männlichen Blüthen, *g* der Stiel der weiblichen Blüthe *f* mit den Narben *n* (vergr.).

Die Gattung Euphorbia trägt cymöse Dolden oder Dichasien, deren Zweige mit eigenthümlichen Gebilden abschließen, die man früher für hermaphrodite Blüthen gehalten hat, die aber als Blüthenstände zu betrachten sind und Cyathium genannt werden. Jedes Cyathium besitzt eine röhrig verwachsene Hülle (Fig. 259 *p*), zwischen deren fünf Zipfeln drüsige Anhängsel, oft von halbmondförmiger Gestalt (Fig. 259 *dr*) stehen. Innerhalb dieser Hülle stehen nun in fünf Gruppen eine große Anzahl männlicher Blüthen, deren jede nur auf ein einziges Staubblatt reduzirt ist (Fig. 259 *a*), und terminal auf längerem Stiele (Fig. 259 *g*) eine weibliche Blüthe, die nur aus dem dreifächerigen

Fruchtknoten (Fig. 259 *f*) besteht, nur bisweilen an dessen Basis die Andeutung eines Perigons erkennen läßt. Daß das Cyathium in der That ein Blüthenstand, keine Einzelblüthe ist, zeigt am schlagendsten der Vergleich mit ausländischen Gattungen, bei denen das Perigon um jedes einzelne Staubblatt deutlich entwickelt ist. — In jedem Fache des dreifächerigen Fruchtknotens findet sich eine Samenanlage; der Same ist mit einem eigenthümlichen Anhängsel, der Caruncula versehen.

Bei Mercurialis bestehen die männlichen Blüthen aus einem dreiblätterigen Perigon und zahlreichen Staubblättern, die weiblichen aus einem ähnlichen Perigon und einem zweifächerigen Fruchtknoten.

Ricinus trägt monöcische Blüthen in zusammengesetztem Blüthenstande, an welchem unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, fünftheilig. Staubblätter zahlreich, verzweigt (s. Fig. 165, S. 199).

Von *Euphorbia*, Wolfsmilch, finden sich mehrere krautartige, zum Theil einjährige Arten, als E. Peplus, Cyparissias, helioscopia u. a. bei uns auf Gartenland, an Wegrändern u. dgl. häufig, einige südeuropäische sind kleine Sträucher, z. B. E. dendroides, fruticosa; in Afrika und auf den kanarischen Inseln ist die Gattung durch Arten vertreten, die in ihrem Äußeren den Cacteen auffallend ähnlich sehen; die Stämme sind dick, zylindrisch, kantig oder kugelig und tragen kleine Blätter, welche gewöhnlich rasch abfallen. — *Mercurialis* annua und perennis häufig, erstere auf Gartenland, Äckern, letztere in Wäldern, diöcisch. — *Ricinus* communis, aus Afrika stammend, häufig kultivirt. — Arten von *Phyllanthus* besitzen blattartige Zweige, welche in kleinen seitlichen Einkerbungen in der Achsel winziger borstenförmiger Blätter die kleinen Blüthen tragen. — Von *Manihot* utilissima in Südamerika kommt das Stärkemehl als Tapiocca in den Handel. — Von *Siphonia* elastica im tropischen Amerika stammt der meiste Kautschuk.

Offizinell: Euphorbium, Gummiharz von Euphorbia resinifera in Afrika; Öl aus den Samen von Ricinus communis (Afrika) und Croton Tiglium (Ostindien); Cortex Cascarillae von Croton Eluteria (Westindien); Kamala, die Drüsen der Früchte von Mallotus Philippinensis (Ostindien).

Fam. 2. Buxaceae. Die hängende Samenanlage mit der Mikropyle nach innen gewendet. Die Blüthen monöcisch in Ähren oder Trauben, worin gewöhnlich die Endblüthe weiblich, die Seitenblüthen männlich sind; letztere mit viertheiligem einfachen Perigon und vier superponirten Staubblättern, weibliche mit einem dreifächerigen Fruchtknoten; Kapsel fachspaltig aufspringend. Meist Sträucher ohne Milchsaft.

Buxus sempervirens, immergrüner Strauch in Südeuropa, mit sehr hartem Holze.

Fam. 3. Callitrichineae. Wasserpflanzen mit decussirten linealischen oder eiförmigen Blättern, in deren Achseln einzeln die perigonlosen diklinischen Blüthen stehen; die männlichen enthalten nur ein Staubblatt, die weiblichen einen dimeren, aber unecht vierfächerigen Fruchtknoten mit vier hängenden Samenanlagen, deren Mikropyle nach außen sieht.

Callitriche stagnalis u. a. leben untergetaucht oder im Uferschlamm kriechend.

Fam. 4. Empetreae. Samenanlagen aufsteigend; Blüthen diöcisch, mit 3 Kelch-, 3 Kronen-, 3 Staubblättern und 6—9fächerigem Fruchtknoten. Steinfrucht. Sträucher von Erica-ähnlichem Aussehen.

Empetrum nigrum, kleiner Strauch in Nordeuropa und den Alpen.

D. Caliciflorae.

Blüthen fast immer perigyn, oder epigyn, cyklisch, meist mit Kelch und Krone: Staubblätter in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen: Fruchtknoten synkarp oder apokarp.

Ordnung 18. Umbelliflorae.

Blüthen meist aktinomorph, epigyn, mit meist nur einem episepalen Staubblattkreis; Kelch sehr schwach entwickelt; Fruchtknoten vollkommen gefächert, mit je einer Samenanlage. Discus zwischen Staubblättern und Griffeln. Blüthenstände meist Dolden. Same mit reichlichem Endosperm. Keine Nebenblätter.

Fam. 1. Umbelliferae, Doldengewächse. $K5\ C5\ A5\ G\overline{2}$. Der Kelch ist meist sehr klein, oft kaum angedeutet; die Krone besteht aus fünf weiß oder gelb gefärbten, ziemlich kleinen Blättern; hie und da sind die nach außen liegenden Kronenblätter der am Rande der Dolden stehenden Blüthen größer als die übrigen, die Dolde heißt dann strahlend. Staubblätter fünf. Fruchtknoten unterständig, zweifächerig. Die Basis der beiden Griffel ist fleischig angeschwollen und bildet den Discus oder Stempelpolster (Fig. 260 *A*, *d*). In jedem Fache des Fruchtknotens befindet sich eine hängende

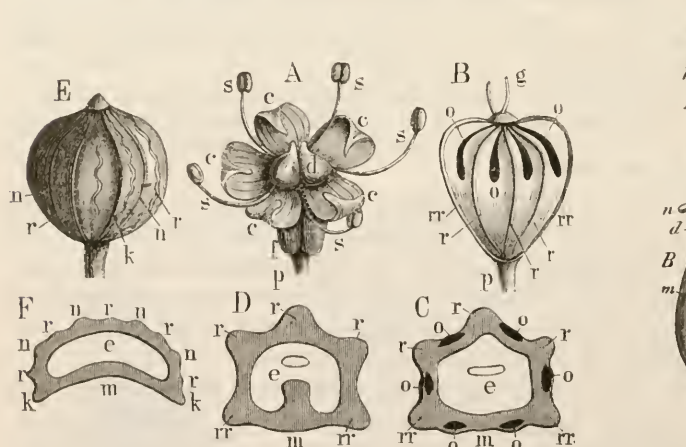


Fig. 260. *A* Blüthe von Foeniculum (vergr.) *f* Fruchtknoten, *c* Krone, *s* Staubblätter, *d* Discus; *B* Frucht von Heracleum; *p* Blüthenstiel, *g* Griffel, *r*, *r*, *r* Riefen, *rr* Randriefen, *o* Ölstriemen (vergr.), *C* Querschnitt der Theilfrucht von Carum Carvi, *m* Berührungsfläche mit der anderen Theilfrucht, *o* Ölstriemen, *e* Endosperm. *D* Querschnitt der Theilfrucht von Conium. *E* Frucht von Coriandrum, *k* Trennungsfläche der Theilfrüchte, *r* Riefen, *n* Nebenriefen; *F* Querschnitt derselben (vergr.).

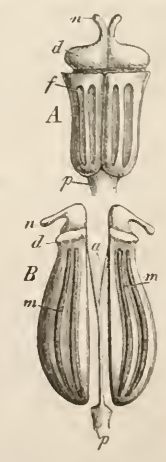


Fig. 261. Frucht von Carum Carvi. *A* Fruchtknoten der Blüthe (*f*); *B* reife Frucht: die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet das Carpophorum (*a*).

Samenanlage (s. oben Fig. 172 *E*, S. 205). Bei der Reife zerfällt die Frucht in zwei Theilfrüchte, indem jedes Fach für sich geschlossen sich von einer stehenbleibenden Mittelsäule (Fig. 261 *a*) lostrennt; es enthält jede Theil-

frucht einen Samen. Der Bau der Fruchtschale ist für die systematische Eintheilung der Familie von Wichtigkeit. Die Frucht von meist länglicher (Fig. 261), zusammengedrückter (Fig. 260 *B*), oder fast kugeliger (Fig. 260 *E*) Gestalt, besitzt Längsriefen (Costae) und zwar gewöhnlich auf jeder Theilfrucht fünf, wovon zwei längs dem Rande der Theilfrucht verlaufen (Fig. 260 *B*, *C*, *D*, *rr*), die anderen drei auf deren Rücken (Fig. 260 *B*, *C*, *D*, *r*). In den Zwischenräumen zwischen den Riefen, den Thälchen (Valleculae), verlaufen meistens Ölstriemen, Vittae (s. Fig. 260 *B*, *C*, *o*), zuweilen wiederum andere Nebenriefen, Costae secundariae (Fig. 260 *E*, *F*, *n*). Die Theilfrucht wird bei der Reife vom Samen ausgefüllt, welcher der Hauptmasse nach aus dem Endosperm (Fig. 260 *C*, *D*, *F*, *e*) besteht und nur einen kleinen Embryo enthält. Je nach der Gestalt des Endosperms unterscheidet man Orthospermeen, deren Endosperm an der Berührungsfläche der beiden Theilfrüchte flach oder konvex ist, z. B. Carum (Fig. 260 *C*); Campylospermeen, deren Endosperm an der Berührungsfläche eine Furche besitzt, daher auf dem Querschnitt konkav erscheint, z.B. Conium (Fig. 260 *D*), und Coelospermeen, deren Endosperm halbkugelig gekrümmt ist, daher sowohl auf dem Längs- als Querschnitt konkav erscheint, z. B. Coriandrum (Fig. 260 *F*).

Die Blüthen stehen mit wenigen Ausnahmen (Astrantia, Eryngium) in zusammengesetzten Dolden, selten (z. B. Daucus) mit einer, alsdann schwarz gefärbten Endblüthe; Involucrum und Involucellum sind je nach den Gattungen verschieden stark entwickelt oder fehlen ganz. Der hohle Stengel trägt große Blätter mit zumeist mächtig entwickelter Scheide und vielfach getheilter Spreite. Selten sind einfache, stengelumfassende Blätter (Bupleurum).

I. Orthospermeae.

1. Dolden einfach oder köpfchenartig.

Unterfam. 1. Hydrocotyleae. Frucht seitlich zusammengedrückt: *Hydrocotyle*, Sumpfpflanze mit schildförmigen Blättern.

Unterfam. 2. Saniculeae. Frucht ziemlich zylindrisch: *Astrantia*, *Eryngium*.

2. Dolden zusammengesetzt.

Unterfam. 3. Ammieae. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt: *Bupleurum*, *Petroselinum*, *Apium*, *Aegopodium*, *Carum*, *Cicuta*.

Unterfam. 4. Seselineae. Frucht ohne Nebenrippen, im Querschnitt kreisrund: *Aethusa*, *Foeniculum*, *Oenanthe*.

Unterfam. 5. Angeliceae. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt, die seitlichen Hauptrippen geflügelt, die Flügel der beiden Theilfrüchte von einander abstehend: *Levisticum*, *Angelica*, *Archangelica*.

Unterfam. 6. Peucedaneae. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt; die seitlichen Hauptrippen geflügelt; die Flügel beider Theilfrüchte einander aufliegend: *Imperatoria*, *Anethum*, *Pastinaca*, *Heracleum*.

Unterfam. 7. Silerineae. Theilfrucht mit vier schwächeren Nebenriefen: *Siler*.

Unterfam. 8. Thapsieae. Theilfrucht mit vier Nebenrippen, wovon mindestens die äußeren geflügelt: *Laserpitium*.

Unterfam. 9. Daucineae. Die Nebenriefen mit Stacheln besetzt: *Daucus*.

II. Campylospermeae.

Unterfam. 10. Caucalineae. Nebenrippen mit Stacheln besetzt: *Caucalis*.

Unterfam. 11. Scandiceae. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt, meist geschnäbelt: *Anthriscus*, *Chaerophyllum*.

Unterfam. 12. Smyrnieae. Frucht ohne Nebenrippen, ungeschnäbelt, aufgedunsen: *Conium*.

III. Coelospermeae.

Unterfam. 13. Coriandreae. Frucht kugelig, Nebenrippen stärker hervortretend als die geschlängelten Hauptrippen: *Coriandrum*.

Anthriscus silvester, *Carum* Carvi, *Heracleum* Sphondylium, *Aegopodium* Podagraria, *Pastinaca* sativa gehören zu den häufigsten Repräsentanten, auf Wiesen, in Gebüschen. Als Gemüsepflanzen werden kultivirt: *Apium* graveolens, Seleri, *Petroselinum* sativum, Petersilie, *Daucus* Carota, gelbe Rübe, *Pastinaca* oleracea, Pastinak, *Anthriscus* Cerefolium, Kerbel. Als Giftpflanzen verdienen Erwähnung *Conium* maculatum, Schierling, *Cicuta* virosa, Wasserschierling, *Aethusa* Cynapium, Hundspetersilie. Viele der unten aufgeführten offizinellen Früchte dienen als Gewürz.

Offizinell: Fructus Anisi, Anis, die Theilfrüchte von Pimpinella Anisum; F. Carvi, Kümmel, von Carum Carvi; F. Foeniculi, Fenchel, von Foeniculum capillaceum, F. Phellandrii, Wasserfenchel, von Oenanthe Phellandrium.

Radix Angelicae, die Wurzel von Archangelica officinalis; R. Levistici, von Levisticum officinale; R. Pimpinellae, von Pimpinella magna und P. Saxifraga; Rhizoma Imperatoriae, von Imperatoria Ostruthium, Meisterwurz (Alpen).

Herba Conii von Conium maculatum.

Gummiharze: Asa foetida von Ferula Scorodosma und F. Narthex; Galbanum von Ferula galbaniflua und F. rubricaulis (Peucedaneae, Orient).

Fam. 2. Araliaceae. Blüthen fünfzählig oder mit mehr Staubblättern, im Gynäceum mit weniger oder mehr Gliedern. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Sträucher, bisweilen kletternd, mit handförmigen, zerstreut gestellten Blättern.

Hedera Helix, Epheu, kommt nur in hohem Alter zur Blüthe; die Blüthendolden stehen an aufrechten (nicht kletternden) Zweigen, deren Blätter eiförmig, ungetheilt sind; die Früchte reifen während des Winters. — *Fatsia* papyrifera dient in Japan zur Papierbereitung, nebst F. japonica häufig in Zimmern kultivirt.

Fam. 3. Cornaceae. Blüthen vierzählig, mit dimerem, zweifächerigem Fruchtknoten, meist Steinfrucht; Sträucher mit meist decussirten, ungetheilten Blättern.

Cornus mas (blüht gelb vor der Belaubung, rothe längliche Steinfrucht), C. sanguinea, häufige Sträucher, C. stolonifera u. a. kultivirt. — *Aucuba* japonica aus Japan mit lederigen Blättern, diöcischen Blüthen und Beerenfrucht, in Zimmern häufig kultivirt.

Ordnung 18. Saxifraginae.

Blüthen meist aktinomorph, perigyn oder epigyn, bisweilen auch hypogyn, mit zwei oder nur dem episepalen Staubblattkreis, zuweilen polyandrisch, isomerem oder minderzähligem Gynäceum, apokarp oder synkarp mit Zwischenstufen, mit meist freien Griffeln.

Fam. 1. Crassulaceae. Blüthen mit wechselnden Zahlenverhältnissen (3—30gliederig), hypo- oder perigyn, mit zwei (seltener nur einem)

Staubblattkreisen, meist epipetalen Karpellen, apokarp, mit kleinen Schüppchen (Discus) hinter den Karpellen. Samenanlagen meist zahlreich, randständig. Balgfrucht. Same ohne Endosperm. Infloreszenzen meist cymös. Pflanzen mit fetten, fleischigen, ungetheilten, spiralig, oft zu Rosetten angeordneten Blättern.

Sedum mit meist fünfgliederigen Blüthen, S. acre, Mauerpfeffer, S. maximum u. a. nicht selten; *Sempervivum* mit mindestens sechsgliederigen Blüthen, S. tectorum, Hauswurz u. a., *Echeveria*, *Crassula* u. a. kultivirt.

Fam. 2. Saxifragaceae. Blüthen meist vier- oder fünfgliederig, peri- oder epigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen, meist minderzähligem, oft oberwärts apokarpem Fruchtknoten. Same mit Endosperm.

Unterfam. 1. Saxifrageae. Blüthen perigyn oder epigyn, aktinomorph oder zygomorph, Kronenblätter mit deckender Knospenlage; zwei oder nur der episepale Staubblattkreis, meist 2 Karpelle, die oben apokarp sind. Meist cymöse Infloreszenzen racemös zusammengestellt. Frucht eine Kapsel.

Saxifraga, Steinbrech, mit zweifächerigem halbunterständigem Fruchtknoten, sonst fünfzähliger Blüthe, in zahlreichen Arten in den Alpen und Gebirgen, viele mit Kalksekretion am Blattrand; nur wenige Arten (S. tridactylites, granulata, decipiens) in der Ebene; S. sarmentosa, mit Ausläufern, in Zimmern häufig kultivirt. — *Bergenia* mit freiem Fruchtknoten (Fig. 263), B. bifolia, Zierpflanze (Sibirien). — *Chrysosplenium* mit vierzähliger Blüthe, ohne Krone, kleine Pflänzchen fast vom Ansehen einer Euphorbia an feuchten Plätzen.

Unterfam. 2. Parnassieae. Blüthe kurz perigyn, aktinomorph, die fünf epipetalen Staubblätter zu verzweigten drüsigen Staminodien umgebildet; Kronenblätter mit deckender Knospenlage; Fruchtknoten vierkammerig mit zahlreichen Samenanlagen, Frucht eine loculicide Kapsel.



Fig. 262. Diagramm von Parnassia.

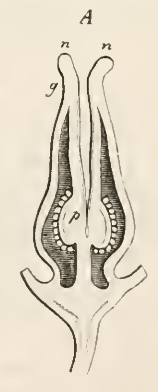


Fig. 263. Fruchtknoten von Bergenia im Längsschnitt: *g* Griffel, *n* Narben, *p* Placenta (vergr., nach *Sachs*).

Parnassia palustris, mit grundständiger Blattrosette, terminalen und seitlichen einblüthigen Schäften, denen ein Vorblatt angewachsen ist; stellenweise häufig an feuchten Orten.

Unterfam. 3. Hydrangeae. Blüthe epigyn, aktinomorph, mit zwei Staubblattkreisen. Blätter decussirt. Kronenblätter mit klappiger Knospenlage.

Hydrangea hortensis, Hortensie, bekannte Zierpflanze. Der Blüthenstand ist eine doldenähnlich abgeflachte Rispe, deren Randblüthen (bei kultivirten Formen auch wohl alle vierzählig sind, einen sehr vergrößerten Kelch und nur die episepalen Staubblätter besitzen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 4. Philadelpheae. Blüthe epigyn, aktinomorph, vier- oder fünfzählig, mit zwei Staubblattkreisen oder sehr vielen Staubblättern. Kronenblätter mit verschiedener Knospenlage. Blätter decussirt. Frucht eine Kapsel.

Philadelphus coronarius u. a. Arten, sowie *Deutzia* crenata und gracilis häufige Ziersträucher.

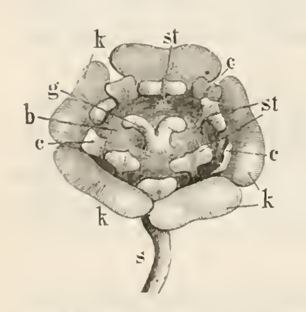


Fig. 264. Blüthe von Ribes (vergr.). *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *b* Diskus, *g* Griffel.

Unterfam. 6. Ribesiaceae. Blüthen epigyn, aktinomorph, fünfzählig, mit nur episepalen Staubblättern, zwei Karpellen. Frucht eine Beere. Blätter zerstreut, handförmig gelappt; Sträucher. Blüthenstand eine einfache Traube.

Ribes, Johannisbeere, in mehreren Arten kultivirt und wild. R. rubrum mit rothen, R. nigrum mit schwarzen Früchten. R. Grossularia, Stachelbeere, und andere Arten mit Stacheln, die vorzugsweise unter den Blattinsertionen entspringen.

Fam. 3. Hamamelideae. Blüthen häufig diklinisch, apetal, sonst den vorigen ähnlich.

Hamamelis virginica, Zierstrauch aus Nordamerika, dessen Blätter an die des Haselnußstrauchs erinnern.

Offizinell: Styrax liquidus von Liquidambar orientale im Orient.

Fam. 4. Plataneae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Die diklinischen Blüthen stehen zu Knäueln vereinigt, diese seitlich an hängenden Zweigen; die Blüthen haben Kelch und Krone, die männlichen wenige Staubblätter, die weiblichen sind perigyn mit wenigen getrennten Fruchtknoten, deren jeder eine hängende Samenanlage enthält. — Bäume mit zerstreut gestellten, handförmig gelappten Blättern und bleibenden tutenförmigen Nebenblättern.

Platanus occidentalis aus Nordamerika und P. orientalis aus dem Orient, häufig kultivirt. Auffallend ist ihre glatte, in Blättern sich ablösende Borke. Von den in der Blattgestalt ähnlichen Ahornen ist die Platane, abgesehen von den übrigen Merkmalen, an der zerstreuten Blattstellung sofort zu unterscheiden.

Ordnung 20. Passiflorinae.

Blüthen aktinomorph, epigyn, perigyn oder hypogyn, fünfzählig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen oder zahlreichen Staubblättern, meist

trimerem, stets synkarpem Fruchtknoten, der meist einfächerig ist und die Samenanlagen an einer wandständigen Placenta trägt.

Fam. 1. Passifloraceae. Blüthen fünfzählig, perigyn; zwischen Krone und Andröceum zahlreiche fädige und manchettenartige Anhängsel (Discus), das Andröceum nebst dem Gynäceum auf einer säulenförmigen Achsenverlängerung emporgehoben; fünf episepale Staubblätter. Meist handförmige Blätter, Zweigranken.

Passiflora, Passionsblume, aus dem tropischen Amerika, in zahlreichen Arten, Zierpflanze.

Fam. 2. Papayaceae. Blüthen diklinisch, hypogyn. Staubblätter in zwei Kreisen; fünf Karpelle.

Carica Papaya, Melonenbaum, mit giftigem Milchsaft, in den Tropen der eßbaren Früchte wegen kultivirt.

Fam. 3. Begoniaceae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Blüthen diklinisch; die männlichen mit zwei dimeren corollinischen Perigonquirlen, zahlreichen in ein kugeliges Köpfchen gehäuften Staubblättern, die weiblichen epigyn mit fünf corollinischen Perigonblättern, dreifächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen, im Innenwinkel der Fächer entspringenden anatropen Samenanlagen. Frucht eine Kapsel. Blätter oft sehr groß, meist asymmetrisch. Blüthenstand cymös, die männlichen Blüthen am Ende der ersten Verzweigungen, die weiblichen am Ende der letzten.

Zahlreiche Arten von *Begonia* aus den Tropenregionen werden als Zierpflanzen kultivirt.

Ordnung 21. Opuntinae.

Von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüthen epigyn mit sehr zahlreichen Kronen- und Staubblättern, oft auch Kelchblättern, meist in spiraliger Anordnung. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig. Die Placenten an der Wandung.

Fam. 1. Cacteae. Blüthen spiralig gebaut mit zahlreichen Kelch-, Kronen- und Staubblättern ohne scharfe Grenze. Fruchtknoten einfächerig mit drei oder mehr an der Wand hinablaufenden Placenten, horizontalen Samenanlagen. Endosperm sehr wenig oder keines. Stämme von der verschiedensten Form, Blätter meist nur durch Stachelbüschel angedeutet. — Sämmtlich im tropischen Amerika einheimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Mamillaria mit kugeligem oder zylindrischem Stamm, an dem in spiraliger Anordnung stacheltragende Höcker die Blätter andeuten. — *Echinopsis* und *Echinocactus* mit vorspringenden Längskanten, auf denen die Stachelbüschel stehen. — *Cereus* mit kantigem, säulen- oder peitschenförmigem Stamm. — *Phyllocactus* und *Rhipsalis* mit flachgedrücktem blattähnlichem Stamm. — *Opuntia* und *Nopalea* mit plattem Stamm, der aus einzelnen eiförmigen Trieben sich aufbaut. Auf Nopalea coccinellifera lebt die Cochenille-Schildlaus.

Ordnung 22. Myrtiflorae.

Blüthen meist aktinomorph, epigyn, bisweilen perigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen, synkarpem, gefächertem Fruchtknoten und meist nur einem Griffel. Blattstellung häufig decussirt.

Fam. 1. Onagraceae. Blüthen meist durchgehends viergliederig, epigyn, mit gefächertem Fruchtknoten, zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Kelch häufig corollinisch, oft nach unten in eine gleichbeschaffene, in die Achse übergehende Röhre verlängert (Fig. 265 *A*, *r*).

Epilobium mit septifrager Kapsel, mit Haarschopf versehenen Samen, rosenrothen Blüthen in vielen Arten (E. angustifolium, hirsutum, montanum) an feuchten Plätzen. — *Oenothera*, Same ohne Haarschopf, mit großen gelben Blüthen, an Flußufern häufig, aus Nordamerika. — *Isnardia*, Sumpfpflanze, ohne Krone. — *Fuchsia*, mit Beerenfrucht in zahlreichen Arten und Varietäten kultivirt (aus Südamerika). — *Circaea* mit zweizähligen Blüthen, $K2$ $C2$ $A2$ $G\overline{(2)}$, Schließfrucht, an feuchten Plätzen.

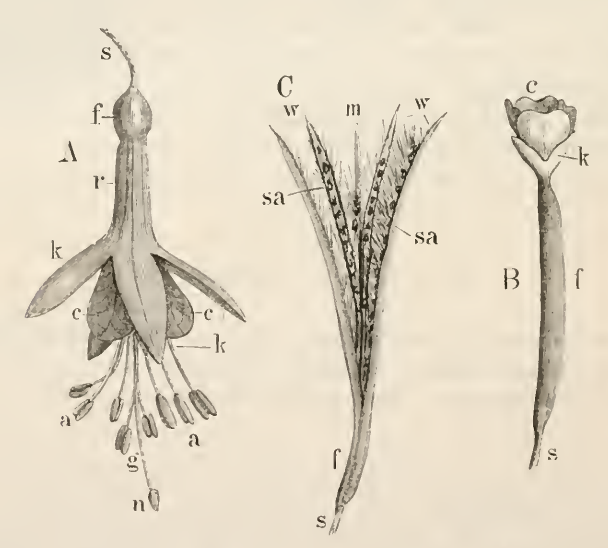


Fig. 265. *A* Blüthe von Fuchsia; *s* Blüthenstiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, unten in eine Röhre *r* verwachsen, *a* Staubblätter, *g* Griffel, *n* Narbe. *B* Blüthe von Epilobium hirsutum, Buchstaben wie in *A*; *C* Frucht von Epilobium aufgesprungen, *w* die Wandung, *m* die Mittelsäule, aus den Scheidewänden bestehend, *sa* die Samen, mit Haarbüscheln (nat. Gr.).

Trapa natans, Wassernuß. Der im Wasser flottirende Stengel trägt eine auf der Oberfläche schwimmende Rosette von Blättern, in deren Achseln einzeln die Blüthen stehen. Diese haben den Bau $K4$ $C4$ $A4$ $G\underline{(2)}$, sind perigyn. Die Frucht ist eine einsamige Schließfrucht, die durch die vier Kelchblätter vierhörnig ist.

Fam. 2. Halorageae. Blüthen epigyn, meist durchgehends vierzählig, mit zwei Staubblattkreisen, bisweilen ohne Krone oder epipetale Staubblätter. Same mit Endosperm.

Myriophyllum spicatum und verticillatum, Wasserpflanzen mit quirligen, fein zerschlitzten Blättern, die kleinen Blüthen in terminalen Trauben über das Wasser hervorragend.

Fam. 3. Hippurideae. Blüthen sehr reduzirt, einzeln in der Achsel der quirlig gestellten ungetheilten Laubblätter; auf dem Fruchtknoten ist das Perigon durch einen gezähnelten Saum angedeutet, der noch ein vorne stehendes Staubblatt umschließt (Fig. 266). Der Fruchtknoten enthält nur eine anatrope hängende Samenanlage.

Hippuris vulgaris, Tannenwedel mit aufrecht aus dem Wasser hervorragendem Stengel.

Fam. 4. Rhizophoraceae. Bäume in den Tropen, »Mangroven« mit Luftwurzeln; bei *Rhizophora* u. a. keimt der Same noch in der an der Pflanze hängenden Frucht und sendet die Pfahlwurzel zur Erde hinab.

Fam. 5. Lythrarieae. Blüthen mit 2 Staubblattkreisen, von 3—16 schwankender Gliederzahl der Blüthenkreise, perigyn; häufig ein aus verwachsenen Nebenblättern gebildeter Außenkelch. Same ohne Endosperm.

Lythrum Salicaria, Weiderich, $K6\ C6\ A6 + 6\ G\underline{(2)}$; die Staubblätter der beiden Kreise ungleich lang und mit der Griffellänge kombinirt zu drei verschiedenen Formen der Blüthe. — *Cuphea* mit corollinischer, hinten gespornter Kelchröhre in mehreren Arten (Mexiko) Zierpflanze.

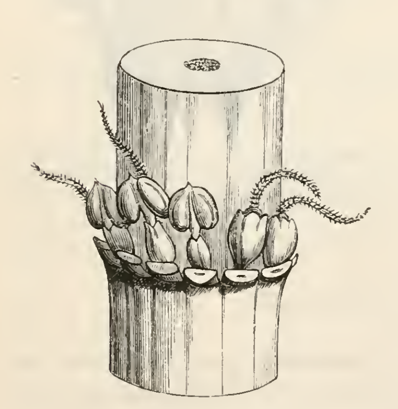


Fig. 266. Stück eines blüthentragenden Stengels von Hippuris vulgaris. Die Blätter sind abgeschnitten (nach *Sachs*).

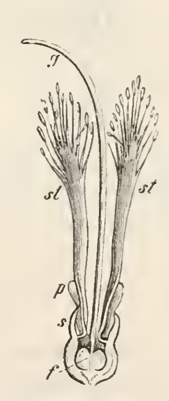


Fig. 267. Längsschnitt der Blüthe von Calothamnus. *f* Fruchtknoten, *s* Kelch, *p* Krone, *st* verzweigte Staubblätter, *g* Griffel (nach *Sachs*).

Fam. 6. Myrtaceae. Blüthen meist vier- oder fünfzählig mit meist zahlreichen, oder wenigeren verzweigten (Fig. 267) Staubblättern, epigyn. Same ohne Endosperm. Blätter meist decussirt, durch Ölbehälter durchsichtig punktirt.

Unterfam. 1. Myrteae. Frucht eine Beere oder Steinfrucht; Staubblätter sehr zahlreich.

Myrtus communis, Myrthe in Südeuropa, bei uns mit *Eugenia* u. a. Zierpflanze.

Unterfam. 2. Leptospermeae. Frucht eine Kapsel, die vom Scheitel her loculicid aufspringt. Staubblätter zahlreich oder in episepalen oder epipetalen (Fig. 267) Bündeln.

Callistemon, *Melaleuca*, *Metrosideros*, *Calothamnus* u. a. Zierpflanzen; *Eucalyptus* Globulus in Neuholland wird in warmen sumpfigen Gegenden angebaut, wo er durch rasches Wachsthum und Verdunstung den Boden entwässert.

Unterfam. 3. Lecythideae. Früchte groß, holzig, mit einem Deckel oder gar nicht aufspringend; Blätter zerstreut, ohne Ölbehälter.

Bertholletia excelsa, im tropischen Amerika, mit eßbaren Samen, den »Paranüssen«.

Unterfam. 4. Granateae. Frucht apfelähnlich, Blätter decussirt, ohne Ölbehälter.

Punica Granatum in Südeuropa, Granatapfel; Blüthe 5—8gliederig, die Kelchröhre corollinisch; Staubblätter sehr zahlreich. Im Fruchtknoten zwei Kreise von Fächern, ein äußerer höher stehender, mit der Krone gleichzählig und ihr superponirt, und ein innerer tieferer, dreizähliger.

Offizinell: Caryophylli, Gewürznelken, die Blüthenknospen (Fig. 268) von Eugenia caryophyllata (Ostindien); Oleum Cajeputi von Melaleuca Leucadendron und M. minor (Ostindien); Cortex Granati, die Stamm- und Wurzelrinde von Punica Granatum (Südeuropa).

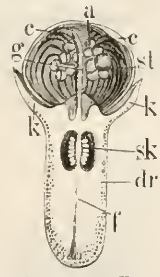


Fig. 268. Blüthenknospe von Eugenia caryophyllata, Gewürznelke, der Länge nach durchschnitten; *f* der unterständige Fruchtknoten mit den Ölbehältern *dr*, den Samenanlagen *sk*; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *g* Griffel (etwas vergr.).

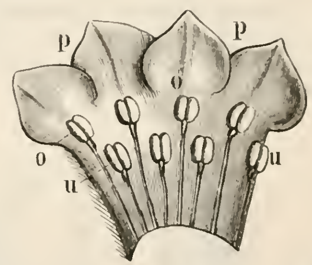


Fig. 269. Perigon der Blüthe von Daphne Mezereum ausgebreitet (5mal vergr.), *o* die vier oberen, *u* die vier unteren Staubblätter, mit dem Kelch verwachsen.

Ordnung 23. Thymelaeinae.

Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig, perigyn; Krone meist unterdrückt; Staubblätter typisch in zwei Kreisen; Fruchtknoten monomer, mit einer anatropen Samenanlage.

Fam. 1. Thymelaeaceae. Blüthen zwitterig. Kelch corollinisch, mit vierlappigem Saum, die Krone bei ausländischen Gattungen in Form kleiner Schüppchen entwickelt. Die vier episepalen Staubblätter meist höher hinauf der Kelchröhre angewachsen, als die epipetalen (Fig. 269). Samenanlage hängend; Frucht eine Beere.

Daphne Mezereum, Seidelbast, häufig in Wäldern. Die meist dreiblüthigen Blüthenstände stehen in den Achseln der vorjährigen Laubblätter und entfalten ihre Blüthen vor den Laubblättern des gleichen Jahres.

Fam. 2. Elaeagneae. Blüthen diklinisch oder polygam, vier- oder zweigliederig; die Krone fehlt völlig. Die episepalen Staubblätter fehlen bisweilen (Fig. 270 *B*). Ein Discus (Fig. 270 *A*, *d*) verschließt häufig die

Kelchröhre. Frucht eine Achene, vom Kelch umschlossen. Samenanlage grundständig. Die Blätter sind besonders unterseits mit schuppenförmigen Haargebilden versehen.

Hippophaë rhamnoides, Sanddorn, an Flußufern stellenweise häufiger Strauch; die kleineren Zweige endigen meist in einen Dorn; Blüthen diöcisch, zweigliederig; Kelch zur Zeit der Fruchtreife fleischig, orangefarbig. — *Elaeagnus* mit viergliedrigen polygamen Blüthen (Fig. 270) öfters kultivirt.

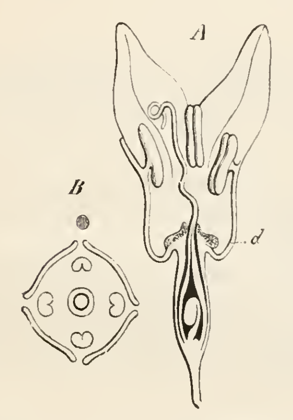


Fig. 270. Zwitterblüthe von Elaeagnus fusca, *A* im Längsschnitt, *B* Diagramm, (irrthümlich mit diagonaler Stellung des Kelches statt median-lateraler), *d* Discus (vergr. nach *Sachs*).

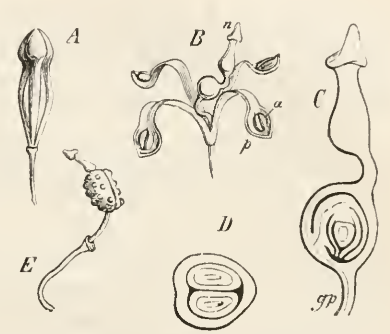


Fig. 271. Blüthe von Manglesia glabrata; *A* vor dem Aufblühen; *B* geöffnet, *p* Perigonzipfel, *a* Anthere, *n* Narbe, *C* Fruchtknoten, unten der Länge nach durchschnitten, *gp* Gynophorum. *D* Querschnitt des Fruchtknotens. *E* reife Frucht (nach *Sachs*).

Fam. 3. Proteaceae von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüthen zwitterig. Die sehr kurzen Staubblätter sind den vier Perigonzipfeln superponirt und angewachsen (Fig. 271 *B*); beim Aufblühen spaltet sich die Röhre des Perigons oft noch tiefer hinab in vier Theile. Der Fruchtknoten wird meist von einer besonderen Achsenverlängerung getragen (Fig. 271 *C*, *gp*).

Protea, Grevillea, Manglesia u. a. meist in Südafrika und Australien.

Ordnung 24. Rosiflorae.

Blüthen fast immer aktinomorph, perigyn oder epigyn, mit meist fünfgliedrigem Kelch und ebensolcher alternirender Krone; Staubblätter selten der Krone gleichzählig oder weniger, meist in vielfacher Anzahl in mehreren Quirlen. Gynäceum häufig apokarp. Samenanlagen anatrop, hängend oder aufrecht. Same ohne Endosperm. Blätter meist zerstreut gestellt, mit Nebenblättern.

Fam. 1. Rosaceae. Blüthen perigyn; die Fruchtknoten sind nie mit der sie rings umgebenden Achse verwachsen, wenn letztere auch häufig sich an der Bildung einer Scheinfrucht betheiligt.

Unterfam. 1. Roseae. Zahlreiche monomere Fruchtknoten am Grund

und an der Wandung der oben verengten Achsenhöhlung (Fig. 272 *C*), mit je einer hängenden Samenanlage, werden bei der Reife zu harten Nüßchen, die in der fleischigen Achse eingeschlossen sind; letztere trägt im Reifezustand häufig noch die Kelchblätter. Sträucher mit cymös gefiederten Blättern, deren Nebenblätter dem Blattstiel angewachsen sind.

Rosa, die Rose, in zahlreichen bei uns einheimischen (R. arvensis, canina, rubiginosa, gallica u. a.) und kultivirten Arten (R. centifolia, damascena, indica, rubifolia u. a.).

Offizinell: Flores Rosae von Rosa centifolia.

Unterfam. 2. Spiraeaceae. Fruchtknoten monomer mit je zwei oder mehr meist hängenden Samenanlagen, stehen in wechselnder Zahl am Grunde der flachen offenen Achse, werden meist zu Balgfrüchten; der Kelch bleibt bis zur Fruchtreife erhalten.

Spiraea Ulmaria, Aruncus, Filipendula, bei uns einheimische Stauden; zahlreiche Arten (Sp. ulmifolia, sorbifolia, opulifolia u. a.) als Ziersträucher, ebenso *Kerria* japonica und *Rhodotypus* (mit Steinfrüchtchen) aus Japan.

Unterfam. 3. Amygdaleae. Ein einziger monomerer Fruchtknoten mit zwei hängenden Samenanlagen im Grunde der Achsenhöhlung (Fig. 272 und 273 *A*); diese fällt sammt dem Kelch bei der Fruchtreife ab. Staubblätter meist in 3 zehn- oder fünfzähligen Kreisen. Frucht eine Steinfrucht (s. Fig. 188) mit gewöhnlich nur einem Samen.

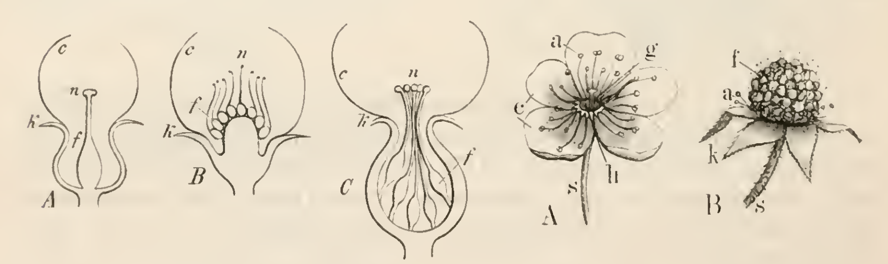


Fig. 272. Schema der Blüthen von *A* Amygdaleen, *B* Dryadeen, *C* Roseen, *k* Kelch, *c* Krone, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe.

Fig. 273. *A* Blüthe der Kirsche, *s* Blüthenstiel, *c* Krone, *a* Staubblätter, *g* Griffel vorragend aus der Höhlung der Achse *h*. — *B* Frucht der Brombeere, Rubus fruticosus, *k* Kelch, *f* die fleischigen Fruchtknoten.

Alle bei uns vorkommenden und kultivirten Arten können in die Gattung *Prunus* vereinigt werden. P. Amygdalus (*Amygdalus* communis), Mandelbaum, in Südeuropa, mit gefurchter Steinschale und wenig saftigem Mesokarp; P. Persica, Pfirsichbaum, mit saftigem Mesokarp; P. Armeniaca, Aprikose; P. domestica, Zwetschge, mit eiförmiger Frucht, kahlen Zweigen; P. insititia, Pflaume, mit rundlicher Frucht, behaarten Zweigen; P. Cerasus, Weichsel, mit Laubblättern an der Basis des doldigen Blüthenstands; P. avium, Süßkirsche, nur mit Niederblättern an den Blüthenständen; P. Padus, Traubenkirsche, mit verlängerter Blüthentraube; P. Mahaleb, türkische Weichsel, mit wohlriechender Rinde; P. Laurocerasus, Kirschlorbeer, mit immergrünen, dem Lorbeer entfernt ähnelnden Blättern.

Offizinell: Amygdalae amarae, bittere Mandeln, die Samen von Prunus Amygdalus var. amara; Amygdalae dulces, süße Mandeln, von Prunus Amygdalus var. dulcis.

Unterfam. 4. Sanguisorbeae. Ein oder wenige monomere Fruchtknoten mit je einer hängenden Samenanlage im Grunde der oben verengerten Achsenhöhlung, welche bei der Reife erhärtet.

Alchemilla mit viergliedriger Blüthe ohne Krone, nur vier (oder weniger) mit den Kelchblättern alternirenden Staubblättern; Außenkelch; A. vulgaris, arvensis häufig. — *Sanguisorba*, ohne Krone, mit episepalen Staubblättern, ohne Außenkelch; S. officinalis auf Wiesen häufig. — *Agrimonia* mit fünfzähliger Blüthe, zahlreichen Staubblättern, mit Krone; die Achse ist außen mit zahlreichen Borsten besetzt.

Offizinell: Flores Kosso, die Blüthenstände von Hagenia abyssinica (= Brayera anthelminthica) in Abyssinien.

Unterfam. 5. Dryadeae. Die zahlreichen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage stehen meist auf einer aus der Achsenhöhlung hervorwachsenden Erhebung der Achse (Fig. 272 *B*, 273 *B*). Der Kelch wird meist von einem Außenkelch, bestehend (wie auch bei voriger Familie) aus den verwachsenen Nebenblättern der Kelchblätter, umgeben. Die Staubblätter meist zahlreich, mit komplizirter Alternation der Quirle, die bald mit der Krone gleichzählig, bald doppelzählig sind. Durch die quirlige Anordnung der Staubblätter, sowie durch die Achsenverbreiterung unterscheiden sich die Blüthen von den äußerlich ähnlichen der Ranunculaceen, deren Staubblätter aber spiralig angeordnet sind und bei denen die Kelchblätter bis zum Blüthenstiel frei von einander sind, während sie hier in eine Röhre verwachsen zu sein scheinen.

Potentilla mit trockenen Früchten und trockenem Blüthenboden, in zahlreichen Arten, P. reptans, anserina, verna, Tormentilla u. a. häufig. — *Fragaria*, Erdbeere; bei der Reife wird der die Früchtchen tragende Blüthenboden fleischig und schließt die harten Früchtchen ein; F. elatior, vesca, collina in Wäldern; F. virginiana und andere nordamerikanische Arten in Gärten kultivirt. — *Geum* mit hakenförmig geknieten Griffeln, G. urbanum, rivale nicht selten. — *Dryas* octopetala, niederliegender Strauch der Alpen mit geschwänzten Früchten (ähnlich wie Clematis Vitalba). — *Rubus* ohne Außenkelch; die einzelnen Früchtchen werden bei der Reife saftig; R. Idaeus, Himbeere, deren zu einer Scheinbeere verwachsene Früchtchen sich vom vertrocknenden Blüthenboden völlig loslösen; bei R. caesius, fruticosus und vielen anderen, letzterem ähnlichen Arten, Brombeere, löst sich der obere Theil des Blüthenbodens sammt den Früchtchen ab.

Offizinell: Rhizoma Tormentillae von Potentilla Tormentilla.

Fam. 2. Pomaceae. Der Fruchtknoten ist unterständig, indem die einzelnen Fruchtknoten mit der sie umgebenden Achse und unter sich verwachsen sind. Die Frucht ist oben von den Kelchblättern gekrönt. Die Wandungen der die Samen umschließenden Fächer des Fruchtknotens, entsprechend den einzelnen Früchtchen der vorigen Familie, sind entweder dünn, wie bei dem gewöhnlichen Apfel; die Frucht wird dann als Kernapfel bezeichnet; oder aber sie sind stark sklerenchymatisch und erscheinen als Steinkerne (Steinapfel). — Staubblätter zahlreich in komplizirter Alternation der Quirle; kein Außenkelch. Holzpflanzen mit abfallenden Nebenblättern.

I. Mit Steinapfel:

Bei *Cotoneaster* ragen die Steinkerne oben frei vor; bei *Crataegus*, Weißdorn, sind sie völlig eingesenkt; C. Oxyacantha und C. monogyna häufig, andere Arten aus dem

Orient und Nordamerika kultivirt; ähnlich *Mespilus*, Mispel, mit großer kreiselförmiger Frucht, die von den fünf großen Kelchblättern gekrönt ist. —

II. Mit Kernapfel:

Cydonia, Quitte, mit zahlreichen Samen an der Naht jedes Karpells; deren Außenschicht verschleimt. — *Pirus* mit zwei grundständigen Samen; P. communis u. a. Arten Birnbaum mit ungenabelter Frucht, im Querschnitt außen abgerundeten Kernhausfächern; P. Malus u. a. Apfelbaum, mit an der Basis genabelter Frucht, deren Kernhausfächer im Querschnitt außen spitz sind. Ähnlich *Sorbus*, wohin S. aucuparia, Vogelbeerbaum, S. Aria, torminalis u. a. — *Amelanchier*, Felsenbirne, mit nur je einer Samenanlage im Fruchtfach.

Ordnung 25. Leguminosae.

Blüthen meist median zygomorph, hypo- oder perigyn, mit Kelch und Krone, fünfzählig. Staubblätter zehn oder mehr. Fruchtknoten aus einem einzigen vorne stehenden Karpell gebildet, das die Samenanlagen an der Bauchnaht trägt, wird zu einer Hülse. Blüthen stets seitlich. Blätter fast immer zusammengesetzt.

Fam. 1. Papilionaceae. Blüthen schmetterlingsförmig, d. h. median zygomorph mit folgender Ausbildung. Kelch fünfzählig, mit einem Blatt nach vorne, meist noch über die Insertion von Krone und Andröceum hinaus zu einer Röhre verwachsen, deren fünf Zähne oft von ungleicher Größe sind, zuweilen zwei Lippen, eine zweizähnige Ober- und eine dreizähnige Unterlippe bilden. Fünf Kronenblätter alterniren mit den Kelchblättern, decken einander in absteigender Ordnung, d. h. die vorderen werden von den nächsthinteren gedeckt. Das hintere größte wird Fahne (Vexillum) genannt (Fig. 274 *fa*); die zwei seitlichen, die Flügel (Alae), sind kleiner (Fig. 274 *fl*); die zwei vorderen sind zu einem hohlen kahnförmigen Gebilde, dem Schiffchen (Carina, Fig. 274 *s*) verwachsen oder seltener bloß in ähnlicher Form an einander gelegt. Nur selten ist die Krone theilweise (bei Amorpha nur die Fahne vorhanden) oder ganz unterdrückt. Die zehn Staubblätter (episepal und epipetal) sind entweder alle zu einer Röhre verwachsen oder das hintere Staubblatt frei, die Röhre der neun übrigen folglich oben geschlitzt, nur selten sämmtlich frei. Sie krümmen sich meist nach aufwärts und nehmen auch nach rückwärts an Länge ab. Der Fruchtknoten, von der Staubblattröhre eingeschlossen, besteht nur aus einem vorne stehenden Fruchtblatt, ist jedoch manchmal durch eine falsche Längsscheidewand in zwei Längsfächer, oder durch Querwände in einzelne Kammern getheilt. Frucht meist eine Hülse (s. Fig. 186 *A*), seltener eine einsamige Schließfrucht. — Die Blüthen stehen einzeln axillär oder in racemösen, häufig einseitigen, dorsiventralen Infloreszenzen. Die

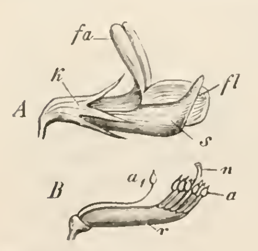


Fig. 274. Blüthe von Lotus corniculatus, etwas vergr. *A* nach Wegnahme des zugewendeten Flügels, *k* Kelch, *fa* Fahne, *fl* Flügel, *s* Schiffchen, *B* nach Wegnahme der Krone, *r* Staubblätterröhre, a_1 das freie Staubblatt; *a* Antheren, *n* Narbe.

Blätter sind nur selten ganz, meist handförmig oder fiederförmig zusammengesetzt, mit oft stark entwickelten Nebenblättern (s. Fig. 12 *C*).

Unterfam. 1. Loteae. Hülse einfächerig oder der Länge nach zweifächerig, meist aufspringend, mehrsamig. Cotyledonen bei der Keimung oberirdisch blattartig.

a) Sämmtliche zehn Staubblätter in eine Röhre verwachsen:

Genista und *Cytisus* in mehreren Arten; erstere mit einfachen Blättern, G. germanica mit Dornen, G. tinctoria; letzterer mit meist dreizähligen Blättern; C. Laburnum, Bohnenbaum, verbreiteter Zierstrauch. — *Sarothamnus* scoparius, Besenpfrieme, mit kopfförmiger Narbe, in sandigen Gegenden. — *Lupinus* mit schwammigen Querwänden in der Hülse, L. luteus als Futterpflanze gebaut. — *Ononis* repens und spinosa, *Anthyllis* Vulneraria, Wundklee, häufig auf Wiesen.

b) Das hintere Staubblatt ganz oder wenigstens zur Hälfte frei:

Trifolium, Klee; Staubblätter theilweise mit der Krone verwachsen, diese umhüllt verwelkt noch die kleine Hülse; Blüthen in Köpfchen. T. pratense, rother Klee, T. repens, hybridum häufig auf Wiesen, T. incarnatum aus dem Orient, als Futterpflanze gebaut. — *Lotus* corniculatus, Hornklee, mit geschnäbeltem Schiffchen, spiralig gedrehten Hülsenklappen, gemein auf Wiesen. — *Medicago*, Schneckenklee, mit meist spiralig gedrehter Hülse, abfallender Krone; M. falcata, lupulina gemein; M. sativa, Luzerne, gebaut. — *Melilotus*, Steinklee mit kugeliger Hülse, M. alba, officinalis, an Flußufern u. dgl. häufig. — *Trigonella*. — *Indigofera* tinctoria, in Ostindien, liefert Indigo. — *Glycyrrhiza*, Süßholz. — *Colutea*, Blasenstrauch, mit blasig aufgetriebener Frucht, nebst Arten von *Caragana* als Zierstrauch kultivirt. — *Robinia* Pseudacacia, fälschlich Akazie genannt, aus Nordamerika stammend, aber bei uns völlig eingebürgert. — *Amorpha* fruticosa, häufiger Zierstrauch aus Nordamerika. — *Astragalus*, mit längsgefächerter Hülse, besonders im Orient in vielen Arten.

Unterfam. 2. Hedysareae. Hülse quergefächert, meist in Glieder zerfallend. Cotyledonen oberirdisch, blattartig.

Hippocrepis, *Coronilla*, häufig auf Wiesen; *Onobrychis* sativa, Esparsette, auch als Futterpflanze gebaut. — *Arachis* hypogaea, Erdmandel, im tropischen Amerika, reift die Früchte unter der Erde.

Unterfam. 3. Vicieae. Hülse einfächerig; Cotyledonen unterirdisch bleibend; hinteres Staubblatt frei; Blätter meist mit Ranken.

Vicia sativa, Futterwicke, und V. Faba, Saubohne, kultivirt, andere Arten bei uns häufig wild. — *Pisum* sativum und arvense, Erbse, als Futter und Gemüsepflanzen gebaut. — *Ervum* Lens, Linse, aus Südeuropa. — *Lathyrus* und *Orobus*, in mehreren Arten in Wäldern, L. odoratus u. a. Zierpflanzen.

Unterfam. 4. Phaseoleae. Hülse einfächerig; Cotyledonen meist oberirdisch, aber dick, nicht blattartig; Blätter meist unpaarig (häufig dreizählig) gefiedert.

Phaseolus vulgaris und multiflorus, Bohne, als Gemüsepflanze kultivirt. — *Wistaria* chinensis, Schlinggewächs, häufige Zierpflanze. — *Physostigma*.

Unterfam. 5. Dalbergieae. Hülse nicht aufspringend, Cotyledonen fleischig.

Pterocarpus. — *Dipterix* odorata, Tonkabohne in Südamerika, enthält im Samen Cumarin.

Unterfam. 6. Sophoreae. Staubblätter sämmtlich frei. *Sophora* japonica, *Cladrastis* lutea, Zierbäume. — *Myroxylon*.

Offizinell: Herba Meliloti von Melilotus officinalis und M. altissima; Semen Foeni graeci von Trigonella Foenum graecum (Südeuropa); Physostigmin aus den Bohnen von Physostigma venenatum (Afrika); Radix Liquiritiae von Glycyrrhiza glabra (Südeuropa); Radix Ononidis von Ononis spinosa; Tragacantha, Traganthgummi von Astragalus verus, A. gummifera u. a. Arten (Orient); Balsamum peruvianum von Toluifera Pereirae (Südamerika); Chrysarobin, Sekret des Stammes von Andira Araroba (Südamerika).

Fam. 2. Caesalpiniaceae. Blüthen zygomorph, aber nicht schmetterlingsförmig, mit aufsteigender Deckung der Krone oder aktinomorph. Staubblätter zehn oder weniger, frei oder verwachsen. Die Hülse häufig durch Querwände gegliedert, nicht aufspringend. Blüthen in Rispen oder Trauben.

Gleditschia triacanthos u. a. Arten, Zierbäume mit starken Dornen; *Cercis* Siliquastrum, Judasbaum, Zierstrauch mit rundlichen Blättern. *Ceratonia* Siliqua, Johannisbrodbaum, in Südeuropa. — Von *Caesalpinia* brasiliensis stammt das Fernambuc-Holz, von *Haematoxylon* campechianum (Antillen) das Blauholz.

Offizinell: Folia Sennae von Cassia angustifolia und C. acutifolia (Nordafrika); Pulpa Tamarindorum, das Fruchtfleisch von Tamarindus indica (Tropen); Balsamum Copaivae von Copaifera officinalis und C. guianensis (trop. Amerika). — Radix Ratanhiae von Krameria triandra (Peru).



Fig. 275. Blüthe einer Cassia (wenig vergr.) *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubblätter, *a'* die mittleren kürzeren Staubblätter, *f* der Fruchtknoten.



Fig. 276. Blüthe einer Acacia (vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter mit den Antheren *an*; *n* Narbe.

Fam. 3. Mimoseae. Blüthen aktinomorph mit klappiger Knospenlage der Krone. Staubblätter zehn, selten weniger, oder sehr zahlreich, meist frei, gewöhnlich viel länger als das Perigon. Hülse bisweilen durch Querwände gegliedert. Die Blüthen sind stets Ähren oder Köpfchen.

Mimosa pudica, Sinnpflanze, mit reizbaren Blättern. — *Acacia*, mit zahlreichen Arten in Afrika, Asien, Neuholland; einige der letzteren besitzen Blätter, die nur auf einen in Richtung der Mediane verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reduzirt sind.

Offizinell: Gummi arabicum von Acacia Senegal u. a. im tropischen Afrika.

IV. Unterklasse. Gamopetalae.

Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblätterig, nur selten unterdrückt.

A. Isocarpeae.

Fast immer ebensoviel Karpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig.

Ordnung 26. Bicornes.

Blüthen vier- oder fünfzählig. Staubblätter meist in zwei Kreisen; die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt. $Kn\ C(n)\ An + n \mid G(n)$, wobei $n = 4$ oder 5. Fruchtknoten ober- oder unterständig, mehrfächerig, mit großen gegen die Höhlung zurückgebogenen Placenten. Same mit Endosperm. Antheren oft mit Anhängseln.

Fam. 1. Ericaceae. Fruchtknoten oberständig; meist beide Staubblattkreise vorhanden.

Unterfam. 1. Ericeae. Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze sich öffnend (Fig. 277 *A*), mit Anhängseln versehen. Frucht eine meist loculicide Kapsel oder fleischig.

Erica, mit vierzähniger Krone, loculicider Kapsel, E. carnea, cinerea, Tetralix und andere Arten, *Calluna* (mit vierspaltiger Krone, septifrager Kapsel) vulgaris, Haidekraut, häufig auf Haiden, Mooren. — *Arctostaphylos* Uva ursi, mit Steinfrucht. — *Arbutus* Unedo, Baum in Südeuropa.

Offizinell: Folia Uvae ursi von Arctostaphylos Uva ursi.

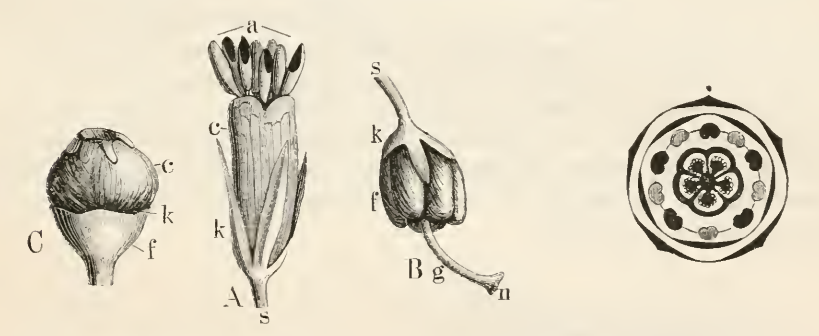


Fig. 277. *A* Blüthe von Erica. *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *a* Antheren; *B* Frucht von Pirola rotundifolia; *s* Blüthenstiel, *k* Kelch, *f* Frucht, deren Fächer mit den Kelchzipfeln alterniren; *g* Griffel, *n* Narbe, C Blüthe von Vaccinium Myrtillus, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone. — Diagramm einer fünfzähligen Ericaceenblüthe; der epipetale Staubblattkreis schraffirt, weil nach abwärts verschoben.

Unterfam. 2. Rhodoraceae. Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze aufspringend, ohne Anhängsel. Frucht eine septicide Kapsel.

Rhododendron ferrugineum, hirsutum, Alpenrose; andere Arten von Rhododendron und *Azalea* aus Indien und den pontischen Gegenden als Zierpflanzen kultivirt.

Unterfam. 3. Pirolaceae. Kronenblätter gewöhnlich nur ganz an der Basis verwachsen. Antheren meist mit Poren oder einer Querspalte aufspringend, ohne Anhängsel. Frucht eine loculicide Kapsel. Same sehr klein mit winzigem, wenigzelligem Embryo und verhältnismäßig großem Integument. Chlorophyllhaltige Humusbewohner.

Pirola rotundifolia, secunda, häufig in Wäldern, P. umbellata, uniflora, seltener.

Unterfam. 4. Monotropeae. Chlorophyllfreie Humusbewohner mit schuppenförmigen Blättern, sonst den vorigen gleich.

Monotropa Hypopitys, in Wäldern nicht selten.

Fam. 2. Epacrideae. Der epipetale Staubblattkreis fehlt meist; Antheren mit nur einer Spalte aufspringend, Fruchtknoten oberständig. Australien.

Fam. 3. Vaccinieae. Fruchtknoten unterständig (Fig. 277 *C*). Antheren mit Anhängseln (s. Fig. 164 *B* auf S. 199), meist mit zwei Poren sich öffnend. Frucht eine Beere.

Vaccinium Vitis idaea, Preißelbeere, mit immergrünen Blättern, gewöhnlich zweimal im Jahre blühend und fruchttragend. V. Myrtillus, Heidel- oder Thaubeere, mit krautigen, im Herbste abfallenden Blättern. V. Oxycoccos und V. uliginosum, kleine Sträucher, in Wäldern und Mooren häufig.

Ordnung 27. Primulinae.

Blüthen aktinomorph, meist pentamer. $K(5)\ C(5)\ A0 + 5\ G(\underline{5})$. Staubblätter der Kronenröhre eingefügt und deren Lappen superponirt. Fruchtknoten oberständig, aus fünf vor den Kelchtheilen stehenden Karpellen verwachsen, einfächerig, mit zentraler freier Placenta oder einer zentralen Samenanlage.

Fam. 1. Primulaceae. Ein ungetheilter Griffel auf dem Fruchtknoten. Samen zahlreich auf einer in der Mitte der Fruchtknotenhöhlung sich erhebenden Placenta (s. Fig. 172 *G*). — Die Krone ist röhrig verwachsen und geht in einen fünflappigen Saum aus, fehlt nur bei Glaux: die Staubbeutel (Fig. 278 *a*) sind der Kronenröhre angewachsen und deren Lappen superponirt; man erklärt diese Stellung der Staubblätter dadurch, daß der episepale Kreis von Staubblättern, der bei der vorigen Ordnung vorhanden ist, fehlschlägt. Frucht eine Kapsel. — Krautartige Pflanzen mit meist ansehnlichen Blüthen.

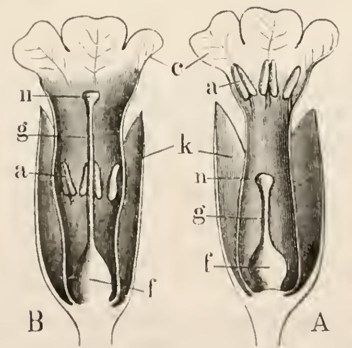




Fig. 278. Blüthen von Primula elatior im Längsschnitt (vergr.). *A* der kurzgriffeligen, *B* der langgriffeligen Form; *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubbeutel, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe. — Diagramm der Primulaceenblüthen.

Primula, mit fünfzähnig aufspringender Kapsel, fünfspaltigem Kelch; P. elatior, officinalis u. a., Schlüsselblume; bemerkenswerth ist die Heterostylie, d. h. die Eigenthümlichkeit, daß bei den einen Exemplaren der Griffel so lang ist wie die Kronenröhre und die Staubbeutel auf halber Höhe sitzen (Fig. 272 *B*), während bei anderen Exemplaren (Fig. 278 *A*) der Griffel nur halb so lang ist, und die Antheren am oberen Rande der Röhre sitzen. Fruchtbare Wirkung hat nur der Pollen aus Antheren, welche

auf gleicher Höhe mit der Narbe der bestäubten Blüthe stehen. — *Anagallis*, mit quer aufspringender Kapsel; A. arvensis, auf Äckern. — *Cyclamen* europaeum, mit unterirdischer Knolle, zurückgeschlagenen Kronenzipfeln. — *Lysimachia*, mit fünftheiligem Kelch. — *Trientalis*, mit meist siebenzähliger Blüthe.

Fam. 2. Myrsineae. Von vorigen nur durch die Beerenfrucht und den holzigen Stamm verschieden. *Ardisia* mit rothen Beeren, Zierpflanze.

Fam. 3. Plumbagineae. Fünf Griffel auf dem Fruchtknoten. Nur eine auf dem Grunde der Fruchtknotenhöhlung stehende Samenanlage Blüthen häufig klein in dichten Infloreszenzen mit zahlreichen Bracteen.

Armeria, die Blüthen in Köpfchen, die von einer aus den untersten Deckblättern gebildeten Hülle umgeben werden; A. vulgaris, hier und da auf Sandboden. — *Statice*, mit einseitswendigen Ähren, am Seestrande. — *Plumbago*, in Südeuropa und Indien.

Ordnung 28. Diospyrinae.

Blüthen aktinomorph, vier- bis achtzählig, oft $K4\,C(4)\,A4 + 4\,G(\underline{4})$; äußere Staubblätter bisweilen unterdrückt. Die Fruchtblätter den Kelchblättern superponirt. Fruchtknoten mehrfächerig mit wandständigen Samenanlagen. Frucht meist fleischig.

Fam. 1. Sapoteae. Tropische Bäume mit Milchsaft.
Offizinell: Guttapercha von *Dichopsis* Gutta in Ostindien.

Fam. 2. Ebenaceae. Bäume; Blüthen meist diklinisch.
Diospyros Ebenum in Ostindien liefert Ebenholz.

Fam. 3. Styraceae. Blüthen perigyn oder epigyn. Bäume.
Offizinell: Benzoe, Harz von *Styrax* Benzoin in Ostindien.

B. Anisocarpeae.

Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Karpelle.

I. Hypogynae.

Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 29. Contortae.

Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfgliederig, bisweilen nur zwei Staubblätter; Krone mit meist rechtsgedrehter Knospenlage; zwei Fruchtblätter; Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter.

Fam. 1. Oleaceae. Kelch und Krone meist viergliedrig, zuweilen fehlend. Krone mit klappiger Knospenlage. Staubblätter und Karpelle stets zwei, in alternirender Stellung; Fruchtknoten zweifächerig mit ungetheiltem Griffel, in jedem Fach zwei hängende anatrope Samenanlagen. Frucht eine Kapsel oder Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Stamm holzig, Blätter stets decussirt.

Unterfam. 1. Oleineae. Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Ligustrum, mit Beerenfrucht; L. vulgare, Hartriegel, sehr verbreiteter Strauch; *Olea*, mit Steinfrucht: O. europaea, Ölbaum, im Orient und in Südeuropa. Das im weichen Perikarp enthaltene Öl wird durch Auspressen gewonnen, in verschiedenen Sorten, als Baumöl, Olivenöl, Provenceröl u. s. w.

Unterfam. 2. Fraxineae. Frucht eine Kapsel oder geflügelte Schließfrucht. *Fraxinus*, Esche, mit Flügelfrucht: bei F. excelsior u. a. fehlt das Perigon (Fig. 279 *B*). Blüthen polygam; bei F. Ornus, Mannaesche in Südeuropa, ist das Perigon vollständig, die Krone bis zum Grunde getheilt (Fig. 279 *A*). — *Syringa*, mit zweiklappiger Kapsel, vierlappigem Saume der Krone; S. vulgaris und S. chinensis, Flieder, Holler, Ziersträucher.

Offizinell: Manna, süße Ausschwitzung von Fraxinus Ornus. Oleum Olivarum von Olea europaea.

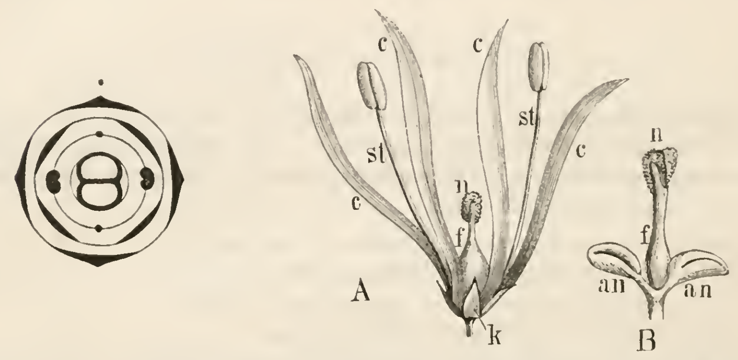


Fig. 279. *A* Blüthe von Fraxinus Ornus (vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe; *B* Zwitterblüthe von Fraxinus excelsior, *an* Antheren, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (vergr.). — Diagramm der Oleaceenblüthe.

Fam. 2. Jasmineae. Kelch und Krone fünf- bis viergliedrig; Krone mit dachiger Knospenlage. Staubblätter zwei, Fruchtknoten zweifächerig, Samenanlagen aufrecht, anatrop. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Sträucher, häufig schlingend, bisweilen mit zerstreut gestellten Blättern.

Jasminum grandiflorum und andere Arten in Südeuropa enthalten in den Blüthen ein sehr wohlriechendes ätherisches Öl.

Fam. 3. Gentianeae. Staubblätter mit Kelch und Krone gleich- (meist 4—7) zählig. Fruchtblätter vollkommen verwachsen zu einem ein- oder zweifächerigen Fruchtknoten; Samenanlagen wandständig, zahlreich, anatrop. Same mit Endosperm. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit fast immer ganzen Blättern.

Fig. 280. Krone von Erythraea Centaurium, ausgebreitet, *r* die Röhre, *s* der Saum, *a* die Staubblätter.

Unterfam. 1. Gentianoideae. Blätter decussirt; Krone mit gedrehter Knospenlage.

Gentiana, Enzian, mit zweilappiger Narbe, meist auf den Alpen und Gebirgen.

Erythraea, mit kopfiger Narbe; E. Centaurium u. a. Tausendguldenkraut, auf feuchten Wiesen.

Unterfam. 2. Menyantheae. Blätter spiralig gestellt; Krone mit klappiger Knospenlage.

Menyanthes trifoliata, Fieberklee, mit dreizähligen Blättern, in Sümpfen.

Offizinell: Radix Gentianae von G. lutea, G. pannonica, purpurea, punctata; Herba Centaurii von Erythraea Centaurium; Folia Trifolii febrini von Menyanthes trifoliata.

Fam. 4. Loganiaceae. Fruchtknoten zwei- bis vierfächerig mit je einer oder mehreren Samenanlagen. Same mit Endosperm (s. Fig. 183 *A* auf S. 215). Meist Bäume mit opponirten Blättern und meist mit Nebenblättern.

Offizinell: Semen Strychni, oder Nuces vomicae, Krähenaugen, die Samen von Strychnos Nux vomica in Ostindien, sehr giftig.

Aus dem Safte der Rinde von Strychnos guyanensis in Südamerika bereiten die Indianer das unter dem Namen Curare bekannte Pfeilgift.

Fam. 5. Apocyneae. Staubblätter meist fünf. Die beiden Fruchtblätter sind meist nur mit den Griffeln untereinander verwachsen, bei der Reife frei. Same meist mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher mit Milchsaft ohne Nebenblätter.

Nerium Oleander, Zierbaum. — *Vinca* minor und andere Arten, Immergrün, kriechende Kräuter in Wäldern, auch als Zierpflanzen kultivirt.

Fam. 6. Asclepiadeae. Die beiden Fruchtblätter meist zwei einzelne monomere Fruchtknoten bildend. Griffel kurz, durch eine beiden Fruchtknoten gemeinsame Narbe verbunden. Staubblätter meist fünf zu einer Röhre verwachsen, welche das Gynäceum umgiebt, mit Anhängseln von taschenförmiger (Fig. 281 *B*, *t*) und spornartiger (Fig. 281 *B*, *h*) Gestalt ausgestattet. Antheren zwei- bis vierfächerig; der Pollen jedes Faches bleibt zu einer Masse vereinigt, die Massen je zweier benachbarter Fächer (Fig. 281 *C*, *pp*) hängen zusammen und werden bei der Bestäubung durch Insekten übertragen. Samenanlagen zahlreich an der Bauchnaht der Karpelle hängend. Same meist mit Endosperm. Meist Holzpflanzen, häufig schlingend, mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

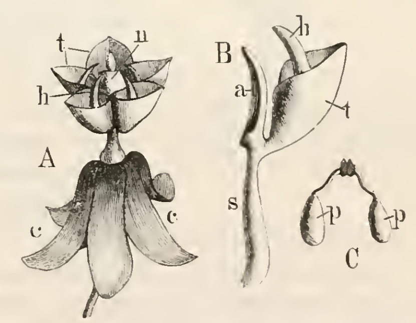


Fig. 281. *A* Blüthe von Asclepias (vergr.). *c* die zurückgeschlagene Krone, *n* Narbe, *h* die Sporne, *t* die Taschen der Staubfäden. *B* ein einzelnes Staubblatt, *a* die Anthere, *C* die Pollenmassen *pp*.

Vincetoxicum officinale, häufig in Wäldern, Gebüschen. — *Asclepias* Cornuti und andere Arten in Gärten kultivirt, ebenso *Hoya* carnosa, Wachsblume. — *Stapelia* mit fleischigem cactusähnlichem Stamm.

Offizinell: Cortex Condurango von *Gonolobus* Condurango in Südamerika.

Ordnung 30. Tubiflorae.

Blüthen aktinomorph, oder wenn zygomorph, nicht median. Blüthenkreise fünfgliederig. Staubblätter der Krone eingefügt. Fruchtknoten aus zwei (selten bis fünf) Karpellen verwachsen. Blätter gewöhnlich zerstreut gestellt, ohne Nebenblätter. Die oft cymöse Infloreszenz schließt häufig mit einer Gipfelblüthe ab. $K(5)\ (C(5)\ A5)\ G(\underline{2})$ bis $(\underline{5})$.

Fam. 1. Convolvulaceae. Meist zwei mediane Fruchtblätter bilden einen zweifächerigen Fruchtknoten mit je 1—2 anatropen Samenanlagen in jedem Fach. Krone in meist rechtsgedrehter Knospenlage. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Meist Schlingpflanzen mit Milchsaft.

Convolvulus arvensis (mit kleinen Deckblättern), *Calystegia* sepium (mit zwei großen, den Kelch bedeckenden Deckblättern) sind gemeine Unkräuter. — *Batatas* edulis, im tropischen Amerika kultivirt wegen der eßbaren knolligen Rhizome.

Offizinell: Tuber Jalapae, die Wurzelknollen von Ipomoea Purga in Mexiko.



Fig. 282. Stengel von Cuscuta europaea (*s*) mit einem Blüthenknäuel *b*, um einen Stengel des Hopfens (*x*) windend.

Fam. 2. Cuscuteae. Chlorophyllfreie Schmarotzer mit fadenförmigem Stengel, der mittelst Saugwurzeln sich an den Stengeln anderer Pflanzen befestigt und diesen die Nahrung entzieht; die kleinen Blüthen stehen in Knäueln (Fig. 282 *b*). Frucht eine quer aufspringende Kapsel.

Cuscuta europaea, auf Nesseln, Hopfen u. dgl., an Zäunen sehr verbreitet; C. Epilinum, Flachsseide, auf dem Flachs, C. Epithymum auf verschiedenen niederen Pflanzen, auch auf dem Klee, den sie oft völlig verwüstet.

Fam. 3. Polemoniaceae. Fruchtknoten trimer, dreifächerig, mit einer geraden oder mehreren schiefen Samenanlagen. Kapsel loculicid. Meist Kräuter ohne Milchsaft.

Polemonium coeruleum, Arten von *Phlox*, verbreitete Zierpflanzen.

Fam. 4. Solanaceae. Fruchtknoten aus zwei schief gestellten Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit zahlreichen Samenanlagen an der Scheidewand; letztere setzt sich bisweilen von der Mitte aus noch in das Fach hinein fort, so daß der Fruchtknoten scheinbar vierfächerig wird (Datura). Samenanlagen campylotrop. Frucht eine Kapsel mit verschiedener Dehiszenz oder eine Beere. Same mit Endosperm. Kräuter, bisweilen etwas holzig, ohne Milchsaft. Der Aufbau des blüthentragenden Stengels ist cymös und wird noch komplizirter durch Verschiebungen der Tragblätter. So sieht man z. B. in Fig. 283 *B* das Schema des Aufbaues von Atropa; der Stengel, der mit der Blüthe 1 abschließt, trägt ein Vorblatt 1α und einen Seitensproß, der mit der Blüthe 2 abschließt; derselbe entspringt aus der Achsel eines Vorblattes 1β, das aber nicht an der Basis seines

Achselsprosses steht (wie der Pfeil andeutet), sondern an diesem selbst hinauf verschoben ist bis dicht unter dessen Blatt 2 α; diese Verschiebungen wiederholen sich stets in dem ganzen cymösen Verzweigungssystem, so daß hier bei Atropa immer unter einer Blüthe zwei Blätter stehen, ein größeres Fig. 283 1 α, 2 α (u. s. f.), das Vorblatt der betreffenden Blüthe, und ein kleineres (Fig. 283 *A* 0 β, 1 β, 2 β u. s. f.), das Tragblatt des Blüthensprosses selbst. Bei anderen Solaneen finden sich ähnliche Verhältnisse. Die meisten Repräsentanten sind narkotisch-giftig.

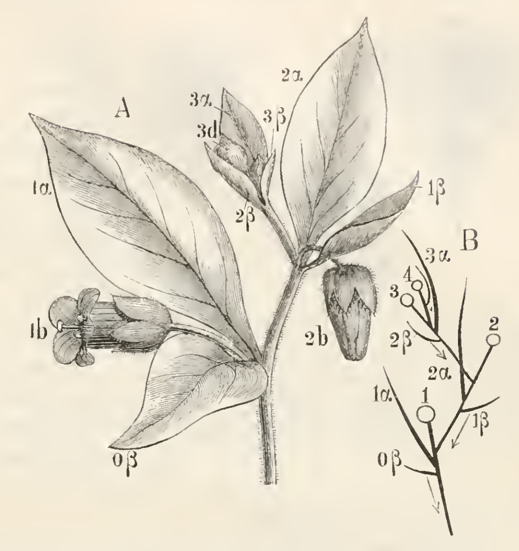


Fig. 283. *A* Oberer Theil eines blühenden Stengels von Atropa Belladonna; *B* Schema des cymösen Aufbaues des gleichen Stengels, *1*, *2*, *3* die Blüthen, α und β deren Vorblätter; aus der Achsel von β kommt jedesmal die neue Blüthenachse, an welcher aber das Tragblatt β selbst hinauf verschoben ist.

Unterfam. 1. Solaneae. Frucht eine Beere. *Solanum* mit zusammenneigenden Antheren; S. Dulcamara mit blauer Krone, S. nigrum mit weißer Krone, Nachtschatten, häufig; S. tuberosum, Kartoffel, aus Südamerika, die fleischigen stärkereichen unterirdischen Seitensprosse, Knollen, Nahrungsmittel, die oberirdischen Theile giftig. — *Physalis* Alkekengi, Judenkirsche, mit blasig aufgetriebenem, rothem Kelch, der die Beere umgiebt. — *Lycopersicum* esculentum, Liebesapfel, die Frucht wird gegessen. — *Capsicum* longum und annuum, aus Südamerika, die Beeren sind der sog. span. Pfeffer. — *Atropa* Belladonna, Tollkirsche, mit nicht zusammenneigenden Antheren, glockenförmiger Krone, schwarzer, sehr giftiger Beere. — *Lycium* barbarum, Strauch aus Südeuropa, bisweilen verwildert.

Unterfam. 2. Nicotianeae. Frucht eine zweiklappige loculicide Kapsel.
Nicotiana Tabacum, Tabakspflanze aus Amerika (s. Fig. 161 *B*, S. 196). — *Petunia*, Zierpflanze.

Unterfam. 3. Datureae. Kapsel durch Umschlagen der Scheidewand halb vierfächerig, vierklappig.
Datura Stramonium, Stechapfel.

Unterfam. 4. Hyoscyameae. Kapsel durch Abwerfen eines Deckels sich öffnend.
Hyoscyamus niger, Bilsenkraut, mit dorsiventraler Infloreszenz.

Offizinell: Folia Belladonnae von Atropa Belladonna; Fructus Capsici von Capsicum annuum und longum (Südamerika); Folia Stramonii von Datura Stramonium; Herba Hyoscyami von Hyoscyamus niger; Folia Nicotianae von Nicotiana Tabacum (Amerika).

Fam. 5. Asperifoliae (Boragineae). Fruchtknoten von zwei medianen Karpellen gebildet, aber scheinbar vierfächerig, indem er durch

Einschnürung von der Mitte der Karpelle her (Fig. 284 *C*, *r*) in vier »Klausen« getheilt wird; der Griffel steht, meist scheinbar als Verlängerung der Achse, auf der oben einwärts gebogenen Spitze der Karpelle, umgeben von den vier Klausen (Fig. 284 *B*). Jede Klause enthält eine hängende anatrope Samenanlage. Bei der Reife trennen sich diese vier Klausen als vier einsamige Nüßchen völlig von einander. Same ohne Endosperm. Die Krone trägt häufig an der Grenze von Röhre und Saum fünf den Zipfeln superponirte Anhängsel, die Schlundschuppen (Fig. 284 *A*, *b*). Infloreszenz dorsiventral, einseitige beblätterte oder blattlose Trauben bildend. Kräuter oder Sträucher mit meist rauher Behaarung, nur selten (z. B. Cerinthe, Myosotis palustris) ganz oder fast kahl.

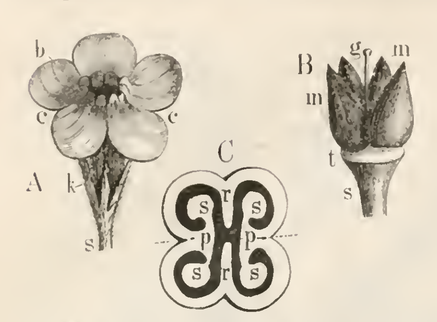


Fig. 284. *A* Blüthe von Anchusa (wenig vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *b* deren Schlundschuppen. *B* Frucht von Myosotis (vergr.). *t* der Blüthenboden, *mm* die vier Nüßchen, *g* der Griffel. *C* Schema des vierfächerigen Fruchtknotens im Querschnitt, *r* die Rückenlinie der beiden Karpelle, *pp* deren zu Placenten verwachsene Ränder, *s* die Samenanlagen.

Unterfam. 1. Ehretioideae. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens. *Heliotropium* peruvianum, Zierpflanze mit vanilleartig riechenden Blüthen.

Unterfam. 2. Boraginoideae. Griffel zwischen den vier Klausen. *Myosotis*, Vergißmeinnicht, M. palustris, an feuchten Orten, silvatica, in Wäldern, stricta u. a. auf Äckern. — *Lithospermum* arvense, officinale, *Echium* vulgare, *Lycopsis* arvensis, *Cynoglossum* officinale sind häufige Unkräuter. Die Blätter von *Borago* officinalis, Boretsch, werden als Gemüse gegessen.

Ordnung 31. Labiatiflorae.

Blüthen pentamer, zygomorph mit medianer Symmetrie; die Krone meist zweilippig, indem die zwei hinteren Blätter zu der oft helmartig übergebogenen Oberlippe verwachsen, das vordere nebst den zwei seitlichen die Unterlippe bildet. Das hintere Staubblatt schlägt häufig fehl oder ist nur als Staminodium vorhanden; die beiden seitlichen sind meist kürzer als die beiden vorderen, daher die Blüthe didynamisch; doch können auch die beiden seitlichen (s. Fig. 286 *C*) oder die beiden vorderen (Figur 286 *B*) abortiren. Auch im Perigon findet sich zuweilen Unterdrückung des hinteren Kelchblattes, meist mit Verschmelzung der beiden hinteren Kronenblätter zu einer ungetheilten Oberlippe (Fig. 286 *B*). Zwei mediane Karpelle bilden einen meist zweifächerigen Fruchtknoten, der in vier Klausen getheilt sein kann. — Blätter zerstreut oder decussirt, ohne Nebenblätter; Laubsprosse ohne terminale Blüthen.

Allgemeine Formel: $\downarrow K(5)\ (C(5)\ A5)\ G\underline{2}$.

Fam. 1. Scrophularineae. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen anatropen Samenanlagen an der Scheidewand. Same mit Endo-

sperm. Staubblätter vier, didynam, oft mit einem Rudiment des hinteren (Fig. 285 *B*, *st*), oder nur die beiden seitlichen, selten (Verbascum) alle fünf fruchtbar.

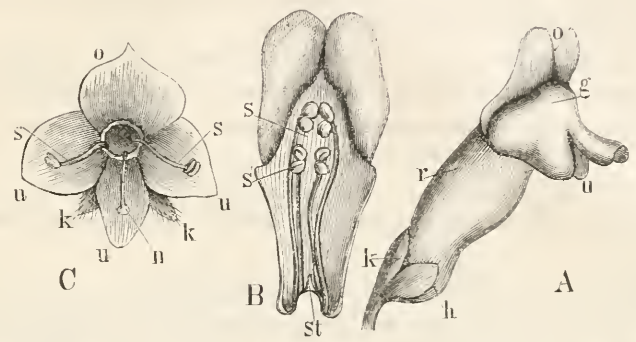


Fig. 285. Blüthen von Scrophularineen; *A* von Antirrhinum; *k* Kelch, *r* Röhre der Krone mit dem sackartigen Anhang *h*, *o* Ober-, *u* Unterlippe der Krone, *g* der Gaumen, d. h. Auftreibung der Unterlippe. *B* die Oberlippe derselben Blüthe von innen betrachtet, mit dem Andröceum, *s* die beiden längeren vorderen, *s'* die beiden kürzeren seitlichen Staubblätter, *st* das Rudiment des hinteren Staubblattes. *C* Blüthe von Veronica, *k* Kelch, *uuu* die drei Zipfel der Unterlippe, *o* die einzipfelige Oberlippe, *ss* die beiden seitlichen Staubblätter, *n* die Narbe.

Unterfam. 1. Antirrhineae. Krone mit meist absteigender Deckung. Keine Parasiten.

Verbascum, Wollblume, Königskerze, mit wenig zygomorpher Blüthe, fünf ungleich langen Staubblättern; V. Lychnitis, nigrum, thapsiforme u. a. an wüsten Plätzen. — *Antirrhinum*, Löwenmaul, mit aufgetriebener Unterlippe (Gaumen) und sackartigem Anhang der Krone, 4 Staubblättern (Fig. 285 *A* und *B*); A. maius, Zierpflanze. — *Linaria*, mit gespornter Krone, 4 Staubblättern, L. vulgaris u. a. auf Äckern. — *Digitalis*, Fingerhut, mit schiefglockiger Krone, 4 Staubblättern; D. purpurea, grandiflora, in Wäldern hier und da. — *Scrophularia*, mit fast kugeliger Krone, S. aquatica, nodosa. — *Veronica*, mit nur 2 seitlichen Staubblättern, die beiden Zipfel der Oberlippe zu einem verschmolzen, der hintere Kelchzipfel ganz unterdrückt (Fig. 285 *C*, 286 *B*). V. Anagallis und V. Beccabunga in Wassergräben, V. arvensis, triphyllos, hederaefolia u. a. auf Äckern. — Bei *Gratiola*, Gnadenkraut, sind die beiden vorderen Staubblätter noch als Staminodien vorhanden. — *Paulownia* imperialis, aus Japan, Zierbaum mit sehr großen Blättern. — *Mimulus*, *Calceolaria*, *Pentastemon*, Zierpflanzen.

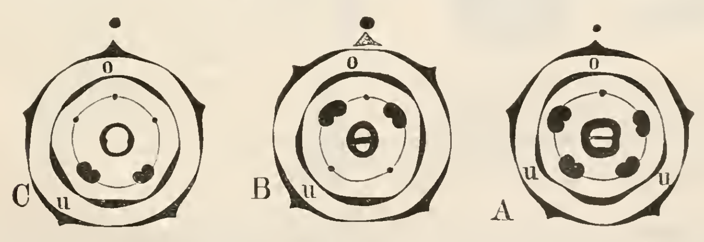


Fig. 286. Diagramme *A* der meisten Scrophularineen, *B* von Veronica, *C* der Lentibularieen; *o* Ober-, *u* Unterlippe.

Unterfam. 2. Rhinanthaceae. Krone mit meist aufsteigender Deckung. Parasiten. *Pedicularis*, mit fünfzähnigem Kelch, helmförmiger Oberlippe, *Euphrasia*, Augentrost, mit vierzähnigem Kelch, *Rhinanthus*, mit vierzähnigem aufgeblasenen Kelch, *Melampyrum*, Wachtelweizen, mit vierzähnigem, röhrigem Kelch, wenigsami-

gen Fruchtfächern, sind sämmtlich zwar chlorophyllhaltig, schmarotzen aber auf den Wurzeln anderer Pflanzen. — *Lathraea* Squamaria, Schuppenwurz, chlorophyllfrei, röthlich, schmarotzt auf der Wurzel von Bäumen.

Offizinell: Flores Verbasci, die Blüthen von Verbascum thapsiforme und phlomoides; Folia Digitalis von Digitalis purpurea.

Fam. 2. Bignoniaceae. Staubblätter meist vier, didynam. Same meist geflügelt, ohne Endosperm. Holzpflanzen, einige schlingend.

Catalpa bignonioides, aus Nordamerika, Zierbaum. — Von *Jacaranda* obtusifolia in Südamerika stammt das Palisanderholz.

Fam. 3. Acanthaceae. Staubblätter vier, didynam. Samenanlagen wenig, auf weit vorspringender Placenta. Same ohne Endosperm. Kräuter.

Acanthus mollis und andere Arten in Südeuropa, Zierpflanze.

Fam. 4. Gesneraceae. Staubblätter meist vier, didynam, oder nur zwei. Fruchtknoten einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Meist Kräuter mit opponirten Blättern.

Columnea Schiedeana, *Achimenes*, *Ligeria* u. a. aus dem tropischen Amerika, Zierpflanzen.

Fam. 5. Orobancheae. Chlorophyllfreie Wurzel-Schmarotzer ohne Laubblätter, sonst mit vorigen übereinstimmend.

Orobanche rubens, cruenta auf Leguminosen, lucorum auf Berberis, Hederae auf Epheu, ramosa auf Hanf, von meist brauner oder weißlicher Farbe.

Fam. 6. Lentibularieae. Nur die zwei vorderen Staubblätter entwickelt (Fig. 286 *C*). Die Samenanlagen zahlreich auf einer frei in der Fruchtknotenhöhlung sich erhebenden Placenta. Same ohne Endosperm.

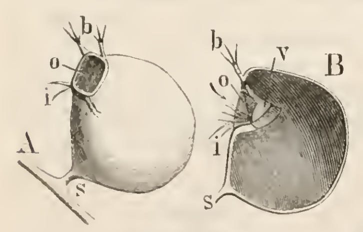


Fig. 287. Blase von Utricularia, *A* von außen, *s* deren Stiel, *o* der Eingang, *i* und *b* borstenförmige Anhänge; *B* der Länge nach durchschnitten, *v* eine Klappe, die sich nach innen öffnen läßt, aber den gefangenen Thieren den Ausgang wehrt (vergr.).

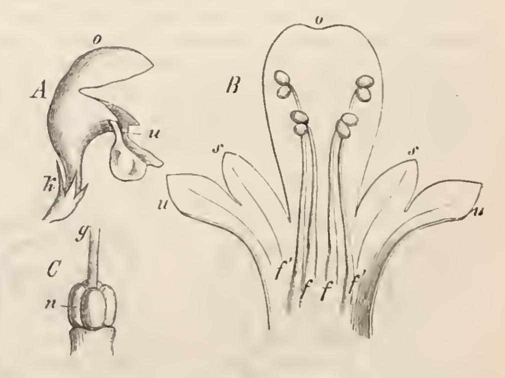


Fig. 288. *A* Blüthe von Lamium von der Seite. *k* Kelch, *o* Ober-, *u* Unterlippe. *B* Blüthe von Leonurus vorne geöffnet. *o* Ober-, *u* halbirte Unterlippe, *s* seitliche Kronenzipfel, *ff* kurze, *f'f'* lange Staubblätter (vergr.). *C* Fruchtknoten, *n* Nüßchen, *g* Griffel (vergr.).

Utricularia, in mehreren Arten, schwimmende Wasserpflanzen mit feingetheilten Blättern und blasenförmigen Anhängseln, welche zum Fange kleiner Wasserthierchen eingerichtet sind (Fig. 287). — *Pinguicula* vulgaris und alpina, kleine Pflänzchen mit grundständigen Blattrosetten, an feuchten Orten.

Fam. 7. Labiatae. Staubblätter vier, didynam (Fig. 288 *B*), seltener (Salvia und verwandte) nur die beiden vorderen entwickelt. Fruchtknoten ebenso wie bei den Boragineen in vier Klausen getheilt, welche bei der Reife als vier Nüßchen abfallen (Fig. 288 *C*); nur sind hier die in jeder Klause einzeln stehenden Samenanlagen aufrecht. Same ohne Endosperm. Kräuter mit decussirten Blättern und vierkantigem Stengel; die Blüthen stehen scheinbar in Quirlen um den Stengel; es sind aber zusammengezogene cymöse Infloreszenzen, meist Dichasien, welche in der Achsel je eines der zwei opponirten Blätter stehen.

Unterfam. 1. Ocymoideae. Die Staubblätter abwärts geneigt.

Ocymum Basilicum aus Ostindien, Küchengewürz. — *Lavandula*, Lavendel, in Südeuropa.

Unterfam. 2. Menthoideae. Die Staubblätter aufrecht, entfernt. Krone fast gleichmäßig vier- oder fünflappig.

Mentha, Minze, in zahlreichen Arten. — *Pogostemon* Patschouli in Ostindien liefert das Patschoulikraut.

Unterfam. 3. Monardeae. Nur zwei Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend.

Salvia, Salbei, S. pratensis u. a. einheimisch. — *Rosmarinus* officinalis, in Südeuropa.

Unterfam. 4. Satureineae. Vier Staubblätter mit breitem Connektiv, entfernt.

Origanum vulgare, O. Majorana, Majoran, Küchengewürz. — *Thymus*, Thymian. — *Satureja* hortensis, Bohnenkraut. — *Clinopodium* vulgare, häufig.

Unterfam. 5. Melissineae. Vier Staubblätter mit schmalem Connektiv, entfernt.

Melissa. Hyssopus.

Unterfam. 6. Nepeteae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die hinteren länger.

Nepeta; Glechoma hederacea, überall häufiges Unkraut.

Unterfam. 7. Stachydeae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die vorderen länger.

Lamium album, purpureum u. a., Taubenessel; *Galeopsis, Stachys, Betonica, Ballota*, häufig.

Unterfam. 8. Scutellarieae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend; Kelch zur Zeit der Fruchtreife geschlossen.

Scutellaria, Brunella vulgaris, häufig.

Unterfam. 9. Aiugoideae. Oberlippe sehr kurz, fast fehlend.

Aiuga reptans, genevensis, häufig, *Teucrium*.

Offizinell: Flores Lavandulae, die Blüthen von Lavandula vera (Südeuropa); Folia Melissae von Melissa officinalis (Südeuropa); Folia Menthae piperitae von Mentha piperita, Pfefferminze (Südeuropa); Folia Menthae crispae von den krausblätterigen Varietäten verschiedener Mentha-Arten; Oleum Rosmarini aus den Blättern von Rosmarinus officinalis (Südeuropa); Folia Salviae von Salvia officinalis (Südeuropa); Herba Serpylli von Thymus Serpyllum; Herba Thymi von Thymus vulgaris (Südeuropa).

Fam. 8. Verbenaceae. Staubblätter vier, didynam, oder zwei. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, oder durch falsche Scheidewände zwei- bis vierfächerig mit je einer Samenanlage. Die Frucht zerfällt in zwei bis vier Theilfrüchte. Griffel auf dem Fruchtknoten. Blätter meist opponirt.

Verbena officinalis. Eisenkraut, häufig an Wegen u. dgl. V. Aubletia, verbreitete Zierpflanze. — *Tectona* grandis, Teakbaum in Ostindien, liefert Schiffbauholz.

Fam. 9. Globularieae. Staubblätter vier; Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenanlage, seitlichem Griffel. Same mit Endosperm. Blättter in zerstreuter Stellung. Blüthen in Köpfchen.

Globularia vulgaris, cordifolia mit grundständigen Blättern, an trockenen Orten hier und da.

Fam. 10. Plantagineae. Die Blüthen sind aktinomorph und scheinbar vierzählig, erklären sich aber leicht im Anschluß an Veronica. Das hintere Kelchblatt ist hier ebenso wie dort unterdrückt, ebenso das hintere Staubblatt; die zwei Kronenblätter der Oberlippe sind zu einem verschmolzen, das aber hier den drei Zipfeln der Unterlippe völlig gleich ist; die beiden vordern Staubblätter sind hier nicht unterdrückt. Fruchtknoten ein- bis vierfächerig; Samenanlagen an der Innenwand der Fächer oder am Grunde des Fruchtknotens. Frucht eine quer aufspringende Kapsel oder Nüßchen. Same mit Endosperm.

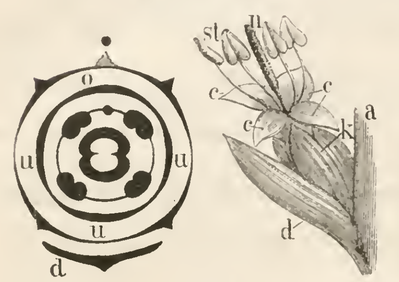


Fig. 289. Blüthe von Plantago; *a* Ährenspindel, *d* Deckblatt der Blüthe, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *n* Narbe (vergr.). Im Diagramm bedeutet *o* die Ober-, *u* die Unterlippe.

Plantago lanceolata, maior, media, Wegerich, überall häufige Unkräuter; die Blätter bilden hier eine grundständige Rosette; aus ihren Achseln erheben sich die langen Schäfte, mit ährigem, einfachem Blüthenstand (Fig. 289 *a, d*). Bei P. Cynops, Psyllium u. a. ist der beblätterte Stengel gestreckt; die Samenschale schleimig. — *Litorella* lacustris; monöcisch, am Grunde von Gewässern, selten. —

2. *Epigynae.*

Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 32. Campanulinae.

Blüthen aktinomorph oder zygomorph, pentamer; Kelchzipfel blattartig, schmal, Staubblätter meist ohne Zusammenhang mit der Krone, aber häufig unter sich verwachsen. Fruchtknoten aus zwei bis fünf Karpellen bestehend, unterständig. $K5\ C(5)\ A(5)\ G(\overline{2})$ bis $(\overline{5})$.

Fam. 1. Campanulaceae. Blüthen zwitterig, meist aktinomorph. Staubblätter fünf, häufig an der Basis mit einander verwachsen. Fruchtknoten meist dreifächerig mit zahlreichen Samenanlagen im innern Winkel der Fächer. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. Meist Kräuter mit Milchsaft.

Campanula, Glockenblume, patula, rotundifolia, rapunculoides und andere Arten überall auf Wiesen und anderwärts. — *Specularia* mit radförmiger Blumenkrone. S.

Speculum in Feldern. — *Phyteuma* mit von unten her sich öffnender Krone, Blüthen in Köpfchen; P. orbiculare, spicatum; ähnlich *Jasione*.

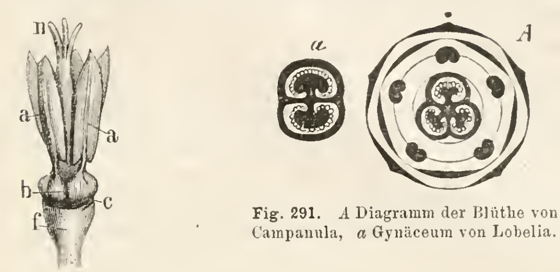


Fig. 291. *A* Diagramm der Blüthe von Campanula, *a* Gynäceum von Lobelia.

Fig. 290. Andröceum und Gynäceum von Campanula; *f* der unterständige Fruchtknoten, *c* Insertion der Krone, *a* Antheren, *b* verbreiterte Basis der Staubblätter, *n* Narben (vergr.).

Fam. 2. Lobeliaceae. Blüthen zwitterig, zygomorph (Fig. 292); die Krone meist zu einer auf einer Seite geschlitzten Röhre verwachsen und der Saum in zwei Lippen getheilt, eine aus drei Zipfeln bestehende Unter- (Fig. 292 *A*, *u*) und eine aus zwei kleineren Zipfeln (Fig. 292 *A*, *o*) bestehende Oberlippe. Der Anlage nach sollte aber die Bezeichnung umgekehrt sein, da die Blüthe erst späterhin durch eine Drehung des Stieles umgewendet wird, so daß die ursprünglich hinteren Theile nach vorne, unten zu stehen kommen. Staubblätter oberwärts zu einer Röhre verwachsen (Fig. 292 *B*, *sr*), die Antheren nach der Zygomorphie der Blüthe ungleich. Fruchtknoten ein-, zwei- oder dreifächerig mit zahlreichen anatropen Samenanlagen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher, gewöhnlich mit Milchsaft.

Offizinell: Herba Lobeliae von *Lobelia* inflata in Nordamerika.

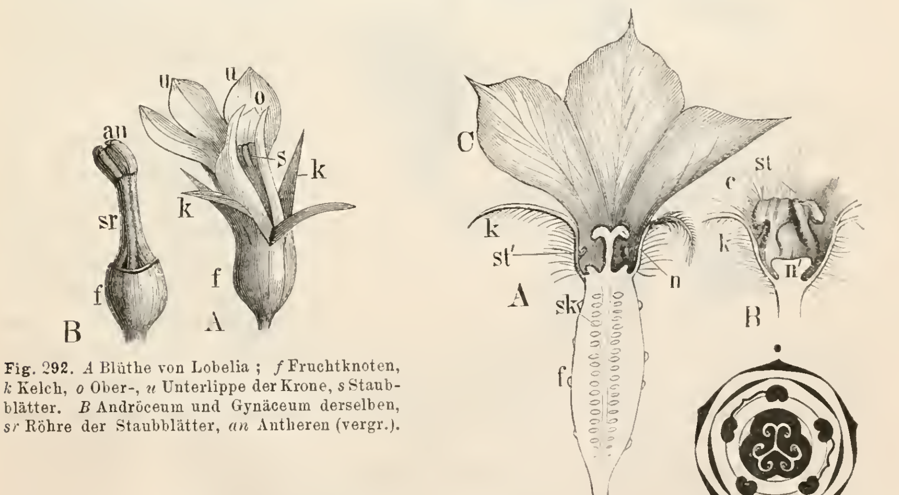


Fig. 292. *A* Blüthe von Lobelia; *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *o* Ober-, *u* Unterlippe der Krone, *s* Staubblätter. *B* Andröceum und Gynäceum derselben, *sr* Röhre der Staubblätter, *an* Antheren (vergr.).

Fig. 293. *A* Längsschnitt der weiblichen Blüthe von Cucumis, *f* Fruchtknoten, *sk* Samenanlagen, *k* Kelch, *C* Krone, *n* Narbe. *st* rudimentäre Staubblätter. *B* Längsschnitt der männlichen Blüthe; *st* Staubblätter, *n'* rudimentärer Fruchtknoten; die Krone *c* nicht ausgezeichnet (etwas vergr.). — Diagramm der Blüthe von Cucurbita.

Fam. 3. Cucurbitaceae. Blüthen diklinisch oder polygam, aktinomorph. Krone fünfgliederig. Staubblätter fünf, durch Verwachsung nur drei (Fig. 293, Diagramm) oder eines, kurz, mit großen gekrümmten Antheren. Fruchtknoten unterständig, ein- bis mehrfächerig mit einer oder meist zahlreichen Samenanlagen. Frucht eine Beere, oft sehr groß mit verhältnismäßig starkem Epikarp. Same ohne Endosperm. Kräuter mit zerstreut gestellten Blättern, häufig rankend, die Ranken neben den Blättern.

Cucurbita Pepo, Kürbis, *Cucumis* mit freien Staubblättern, C. sativus, Gurke, C. Melo, Melone, *Citrullus* vulgaris, Wassermelone. — *Bryonia* alba und dioica, Zaunrübe (mit kleiner weißer Krone, zweisamigen Fruchtfächern), hier und da in Gebüschen, Hecken.

Offizinell: Fructus Colocynthidis, Coloquinte, von Citrullus Colocynthis, im Orient.

Ordnung 33. Rubiinae.

Blüthen meist aktinomorph, vier- oder fünfzählig; Kelch blattartig oder rudimentär; Fruchtknoten aus 2—5 Karpellen bestehend. Blätter decussirt, meist mit Nebenblättern.

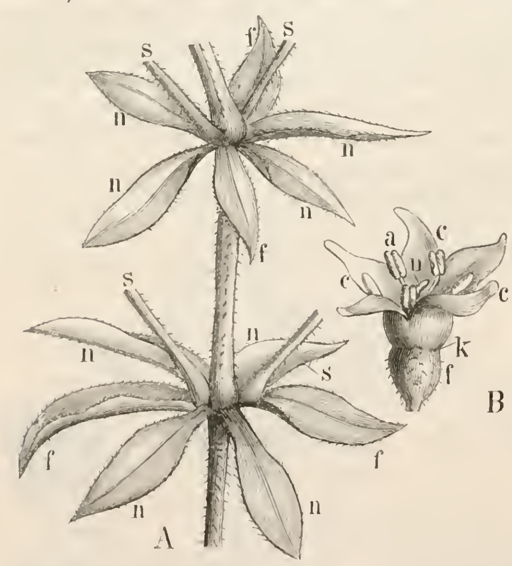


Fig. 294. *A* Stück des Stengels von Rubia tinctorum; *ff* die decussirten Blattpaare, aus deren Achseln die Sprosse *ss*; *nn* die getheilten blattähnlichen Nebenblätter (nat. Gr.). *B* Blüthe derselben Pflanze (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k* der nur schwach angedeutete Kelch, *c* Krone, *a* Antheren, *n* Narbe.

Fam. 1. Rubiaceae. Blüthen aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig. Kelch blattartig oder unterdrückt. Krone mit klappiger Knospenlage. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig, aus zwei Karpellen bestehend, mit einer oder mehreren Samenanlagen. Same meist mit Endosperm. Blätter decussirt mit Nebenblättern, welche häufig (bei allen bei uns einheimischen Gattungen) getheilt und den eigentlichen Blattspreiten gleich ausgebildet sind (Fig. 294 *A*, *nn*); man erkennt die eigentlichen Blattspreiten leicht daran, daß nur aus ihren Achseln sich Sprosse entwickeln (Fig. 294 *A*, *ff*, *ss*).

Unterfam. 1. Stellatae. Die Nebenblätter groß, blattartig.

Galium, Labkraut, mit radförmiger Krone, undeutlichem Kelch, meist vierzählig. G. silvestre, Mollugo, Aparine u. a. häufig. — *Asperula* ebenso, mit trichterförmiger Krone; A. odorata, Waldmeister. — *Rubia* tinctorum, Krapp, mit meist fünfzähliger

Blüthe, radförmiger Krone, saftiger Frucht, stammt aus Südeuropa, wird wegen des Farbstoffs im Großen gebaut. — *Sherardia* mit deulichem Kelch; S. arvensis auf Äckern.

Unterfam. 2. Coffeaceae. Nebenblätter schuppenförmig; Fruchtfächer einsamig.

Coffea arabica, Kaffeebaum aus Afrika, in den Tropen kultivirt; Frucht eine zwei- (oder ein-)samige Beere; die sog. Kaffeebohne ist der Same, der größtentheils aus dem Endosperm besteht und einen kleinen Embryo enthält. — *Cephaëlis*.

Unterfam. 3. Cinchoneae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer vielsamig.

Cinchona, Chinarindenbaum, in vielen Arten am östlichen Abhang der Anden in Südamerika einheimisch, neuerdings in Ostindien und Java kultivirt.

Offizinell: Cortex Chinae, Chinarinden von verschiedenen Arten von Cinchona, besonders von C. succirubra u. a.; Radix Ipecacuanhae, Brechwurzel, von Psychotria Ipecacuanha in Südamerika. Catechu, ein in Indien aus Mucaria Gambir (und Areca Catechu) dargestelltes Extrakt.

Fam. 2. Caprifoliaceae. Blüthen meist fünfgliederig, aktinomorph oder zygomorph. Krone meist mit dachiger Knospenlage. Fruchtknoten zwei- bis fünffächerig. Samenanlagen an den Scheidewänden, hängend. Frucht meist eine Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Blätter opponirt, meist ohne Nebenblätter. Meist Bäume oder Sträucher.

Unterfam. 1. Sambuceae. Krone radförmig, meist aktinomorph; Fruchtknotenfach mit je einer Samenanlage.

Sambucus, Hollunder, mit fünftheiliger Krone, drei bis fünf Steinen in der Steinfrucht; S. nigra. — *Viburnum*, Schneeball, mit fünfspaltiger Krone, einem Stein in der Steinfrucht; V. Lantana, V. Opulus häufig, von letzterem eine Form kultivirt, deren sämmtliche Blüthen (bei der ursprünglichen Art nur die am Rand des Ebenstraußes stehenden) vergrößerte Kronen tragen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 2. Lonicereae. Krone röhrenförmig, meist zygomorph. Fruchtknotenfach mit mehreren Samenanlagen.

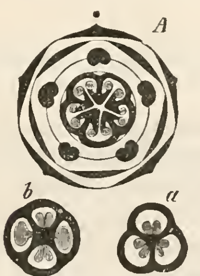


Fig. 295. Diagramm der Blüthen von Caprifoliaceen. *A* von Leycesteria, *a* Gynäceum von Lonicera, *b* von Symphoricarpus.



Fig. 296. Blüthe von Lonicera Caprifolium (nat. Gr.). *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *r* Röhre, *cc* die fünf Zipfel der Krone, *st* Staubblätter, *g* Griffel, *n* Narbe.

Lonicera, Heckenkirsche, mit zwei- bis dreifächerigem Fruchtknoten; L. Caprifolium, Periclymenum mit windendem Stengel; L. Xylosteum, tatarica, pyrenaica u. a.

Ziersträucher. Bei mehreren Arten (z. B. L. alpigena) verwachsen die Früchte der zu zweien dicht zusammenstehenden Blüthen zu einer einzigen Beere. — *Symphoricarpus* racemosa, Schneebeere, mit vier- bis fünffächerigem Fruchtknoten, weißer Beere, Zierstrauch. — *Diervilla,* mit zweifächeriger Kapsel, D. canadensis, rosea u.a. Ziersträucher. — *Linnaea* borealis, kleines kriechendes Kraut im Norden und in den Alpen.

Offizinell: Flores Sambuci von Sambucus nigra.

Ordnung 34. Aggregatae.

Blüthen aktinomorph oder zygomorph, meist fünfzählig, Fruchtknoten einfächerig mit einer Samenanlage, Kelch rudimentär, meist durch eine Haarkrone angedeutet; Infloreszenz sehr häufig Köpfchen. Blätter ohne Nebenblätter, decussirt oder spiralig.

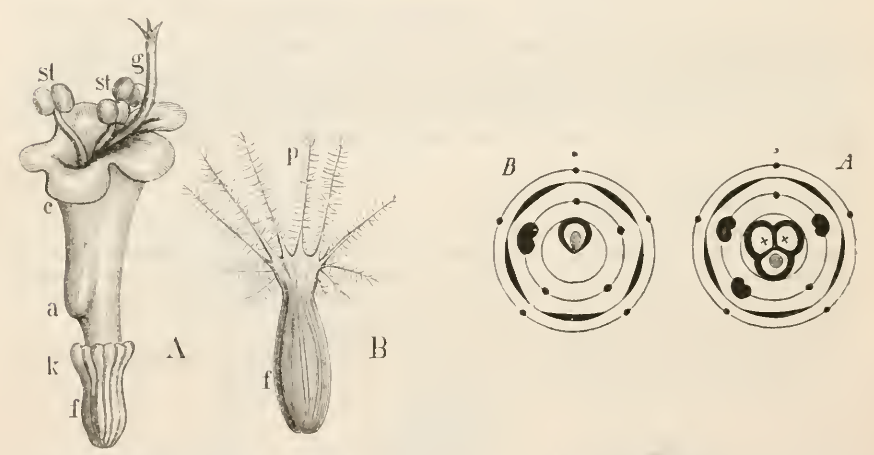


Fig. 297. *A* Blüthe, *B* Frucht von Valeriana (vergr.), *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone, *a* deren Höcker, *st* Staubblätter, *g* Griffel, *p* der Pappus. — Diagramme *A* von Valeriana, *B* von Centranthus.

Fam. 1. Valerianeae. Blüthen zygomorph oder unregelmäßig, ursprünglich fünfgliederig. Der Kelch fehlt oder in Gestalt einer oft zehnstrahligen Haarkrone, eines sog. Pappus vorhanden, der sich erst nach der Blüthe entwickelt (Fig. 297 *B*, *p*), während der Blüthe kurz und eingerollt ist (Fig. 297 *A*, *k*). Staubblätter gewöhnlich nur drei entwickelt. Fruchtblätter drei, einen dreifächerigen Fruchtknoten bildend, von dem sich aber stets nur ein Fach mit einer hängenden Samenanlage ausbildet. (Diagramm *A* Fig. 297.) Same ohne Endosperm. Blätter decussirt.

Valeriana officinalis, dioica häufig auf feuchten Plätzen. — *Valerianella* mit nur gezähntem Kelchsaum, in mehreren Arten auf Äckern; V. olitoria, Feld- oder Nüßchensalat, Küchenpflanze. — *Centranthus* ruber, Zierpflanze; es ist nur ein Staubblatt und ein Fruchtblatt entwickelt (Fig. 297, Diagramm *B*); an der Basis der Kronenröhre eine spornartige Ausbuchtung, die bei Valeriana schon als kleiner Höcker angedeutet ist (Fig. 297 *A*, *a*).

Offizinell: Radix Valerianae von Valeriana officinalis, Baldrian.

Fam. 2. Dipsaceae. Blüthen ursprünglich fünfgliederig, von einem Außenkelch (Fig. 298*k'*) umgeben, der aus verwachsenen Vorblättern gebildet ist. Kelch häufig in Form borstenförmiger Zipfel (Fig. 298*k*); Krone zweilippig; Staubblätter nur vier, da das hintere unterdrückt ist. Fruchtknoten einfächerig, mit einer hängenden Samenanlage. Same mit Endosperm. Blätter decussirt. Blüthen zu einem Köpfchen dicht zusammengestellt, das von einem Involucrum umgeben wird; die äußeren Blüthen des Köpfchens gewöhnlich strahlend. Im Köpfchen sind die Deckblätter (Spreublätter) entwickelt oder fehlen. Frucht vom Außenkelch, der oft mit Längsfurchen ausgestattet ist, eingeschlossen.

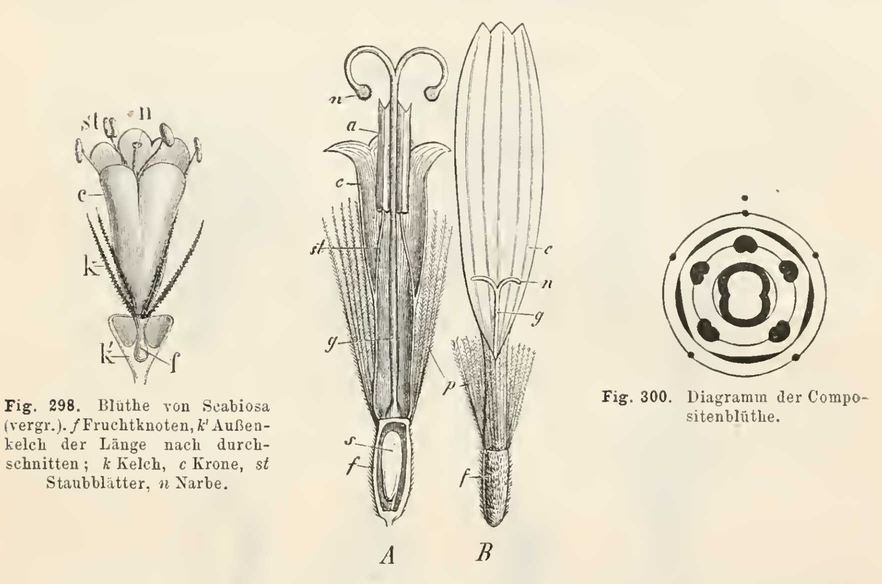


Fig. 298. Blüthe von Scabiosa (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k'* Außenkelch der Länge nach durchschnitten; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *n* Narbe.

Fig. 300. Diagramm der Compositenblüthe.

Fig. 299. Blüthe von Arnica (vergr.). *A* des Mittelfeldes, im Längsschnitt. *B* des Randes, *f* Fruchtknoten, *p* Pappus, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *n* Narben, *g* Griffel, *s* Samenanlage.

Dipsacus, Weberkarde, Kelch ohne Borsten; von D. Fullonum werden die Köpfchen in der Tuchbereitung angewendet; D. silvester häufig an wüsten Plätzen. — *Knautia* ohne Spreublätter, mit ungefurchtem Außenkelch, K. arvensis auf Wiesen häufig. — *Scabiosa* mit Spreublättern und trockenem Saum des Außenkelchs; S. Columbaria auf Wiesen. — *Succisa* mit krautigem Saum des Außenkelchs; S. pratensis auf nassen Wiesen.

Fam. 3. Compositae. Die Blüthen sind stets zu viel- (selten 1-) blüthigen Köpfchen vereinigt, meist in demselben Köpfchen von verschiedenem Geschlecht, zwitterige, weibliche und geschlechtslose. Der Fruchtknoten ist unterständig, einfächerig, mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen (Fig. 301 *D*, *p*) vorhanden, meist als eine Krone einfacher oder verzweigter Haare (Fig. 299 *p*, 301 *A*, *E*, *p*), die sich erst nach der Blüthezeit vollständig entwickeln und Pappus genannt werden. Bisweilen fehlt der Kelch vollständig. Krone röhrig, entweder regelmäßig fünfzähnig (Fig. 299 *A*, *c*,

301 *C, m, c*) oder am oberen Ende in einen einseitig ausgebreiteten drei- (Fig. 299 *B*, 301 *B, ra*) oder fünfzähnigen (Fig. 301 *A, c*) Saum ausgehend, zungenförmig, selten (nur bei ausländischen Gattungen) zweilippig. Filamente kurz, der Kronenröhre eingefügt (Fig. 299 *A, st*): die Antheren sind langgestreckt (Fig. 299 *A, a*, 301 *A, a*), seitlich miteinander verklebt und bilden eine Röhre, durch die der Griffel hindurchgeht. Dieser spaltet sich oben in zwei Äste (Fig. 299 *A, n*, 301 *A* und *C, n*), gegen deren Spitzen die Narbenpapillen in je zwei Längsreihen angeordnet sind. In den rein weiblichen Blüthen sind die Griffel meist kürzer (Fig. 299 *B, g*). Frucht eine einsamige Achene, an ihrem oberen Ende vom Kelch, dem Pappus (Fig. 301 *E* und *D, p*) gekrönt, wenn dieser nicht völlig fehlt (Fig. 301 *F, f*).

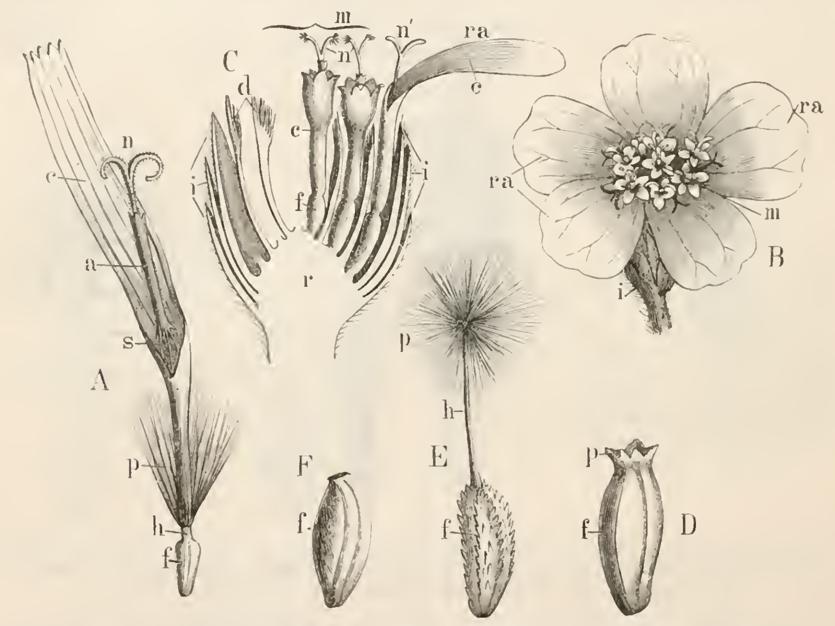


Fig. 301. Blüthen und Blüthentheile von Compositen. *f* Frucht oder Fruchtknoten, *h* Schnabel desselben, *p* Pappus, *c* Krone, *s* Staubblätter, *n* Narben. *A* zungenförmige Blüthe von Taraxacum mit fünfzähnigem Kronensaume, zwitterig. *B* Blüthenköpfchen von Achillea (vergr.), *ra* Randblüthen mit zungenförmigem dreizähnigem Saume, weiblich, *m* zwitterige Blüthen des Mittelfeldes, mit fünfzähniger Kronenröhre, *i* Involucrum. *C* Längsschnitt durch dasselbe stärker vergrößert; *r* Receptaculum, *i* Involucrum; *d* Deckblätter der Blüthen, *ra* Randblüthe, *m* Blüthen des Mittelfeldes; *n'* Narben der weiblichen Randblüthe. *D* Frucht von Tanacetum mit schuppenförmigem Pappus. *E* von Taraxacum mit haarförmigem, *F* von Artemisia ohne Pappus (alle vergr.).

Zuweilen ist die Achene, welche mit verschiedenartigen Riefen oder Stacheln ausgestattet sein kann, an ihrem oberen Ende in einen Schnabel verlängert (Fig. 301 *E, h*). Same ohne Endosperm.

Meist Kräuter mit zerstreuten oder (seltener) decussirten Blättern, ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. Die Köpfchen werden stets von einer Anzahl von Hochblättern, dem Involucrum umgeben (Fig. 301 *B, i*). Die Deckblätter der einzelnen Blüthen (Paleae oder Spreublätter genannt) sind entweder vorhanden (Fig. 301 *C, d*) oder fehlen.

Nach der Gestalt der Blüthen und der Vertheilung der Geschlechter in einem Köpfchen unterscheidet man:

Unterfam. 1. Tubuliflorae. In einem Köpfchen stehen entweder lauter zwitterige Röhrenblüthen (d. h. mit regelmäßiger fünfzähniger Krone) oder die das Mittelfeld, den Discus (Fig. 301, *B, m*) einnehmenden zwitterigen Röhrenblüthen werden am Rande umgeben von einer oder mehreren Reihen zungenförmiger weiblicher oder geschlechtsloser Blüthen, deren Krone in einen dreizähnigen Saum ausgeht (Fig. 299 *B*, 301 *B, ra*).*)

Tribus. 1. Eupatoriaceae. Griffeläste linealisch; die Narbenreihen bis zu deren Mitte reichend.

Eupatorium cannabinum, *Petasites* officinalis, *Tussilago* Farfara, an feuchten Orten, Ufern u. s. w.

Tribus 2. Asteroideae. Griffeläste linealisch, oberwärts feinbehaart; die Narbenreihen bis zur feinen Behaarung reichend.

Aster, in vielen, besonders nordamerikanischen Arten als Zierpflanzen kultivirt, ebenso *Callistephus* chinensis, gewöhnlich Aster genannt. — *Erigeron* acer, canadensis, gemeine Unkräuter. — *Bellis* perennis, Gänseblümchen, auf Wiesen überall. — *Inula* Helenium.

Tribus 3. Senecionideae. Griffeläste an der Spitze pinselförmig.

Senecio vulgaris, Jacobaea, gemein auf Äckern, Gartenland. — *Arnica* montana in Gebirgswäldern. — *Artemisia* Absynthium, Wermuth, A. vulgaris, campestris, häufig. — *Chrysanthemum* Leucanthemum, Wucherblume, überall auf Wiesen. — *Matricaria* Chamomilla, wilde Kamille, mit kegelförmigem hohlem Receptaculum ohne Deckblätter der Blüthen, häufig. — *Anthemis* nobilis, römische Kamille, in Südeuropa; Blüthenköpfchen mit Deckblättern, ähnlich A. arvensis, Hundskamille, auf Äckern. — *Achillea* Millefolium, Schafgarbe. — *Tanacetum* vulgare, Rainfarrn. — *Helianthus* annuus, Sonnenblume; aus den Samen wird das Öl gewonnen; die inulinreichen Knollen von H. tuberosus aus Westindien dienen als Nahrungsmittel und Viehfutter. *Spilanthes* oleracea. —

Tribus 4. Cynareae. Griffel knotig verdickt. Disteln, meist mit dornigen Blattzähnen.

Lappa maior, minor, tomentosa, Klette, überall an Wegen, mit hakig gekrümmten Blättern des Involucrums. — *Carduus* nutans und acanthoides, Distel, sehr häufige Unkräuter. — *Cirsium* lanceolatum, ebenso C. palustre, oleraceum, rivulare und andere Arten, Wiesendistel, an feuchten Orten. — *Carlina* acaulis, Wetterdistel, die innersten weißen Blätter des Involucrums legen sich in Folge von Befeuchtung über dem Blüthenköpfchen zusammen, legen sich bei Trockenheit strahlig auseinander. — *Centaurea* Scabiosa, Jacea, Flockenblume, überall, C. Cyanus, Kornblume, unter dem Getreide. — *Cynara* Scolymus, Artischocke, die jungen Blüthenköpfe werden als Gemüse gegessen. — *Carthamus* tinctorius, Saflor, findet in der Färberei Anwendung. — *Cnicus* benedictus. — Bei *Echinops* sind zahlreiche einblüthige Köpfchen zu einem größeren kugeligen Köpfchen vereinigt.

Unterfam. 2. Labiatiflorae. Krone der Zwitterblüthen zweilippig, die der männlichen und weiblichen zungenförmig oder zweilippig. — Südamerika.

Unterfam. 3. Liguliflorae (Cichoriaceae). — Alle Blüthen des Köpfchens zwitterig, mit zungenförmigem fünfzähnigem Saum der Krone (Fig. 301 *A*).

---

*) Die sog. »gefüllten« Köpfchen kommen dadurch zu stande, daß auch an den Blüthen des Mittelfeldes die Krone zungenförmig dreizähnig wird.

Taraxacum officinale, Löwenzahn, die gemeinste der einheimischen Pflanzen. — *Lactuca* sativa, Kopfsalat; L. Scariola, virosa u. a. an wüsten Plätzen. — *Scorzonera* hispanica, Schwarzwurzel, Gemüsepflanze. — *Tragopogon* orientalis und pratensis, Bocksbart, häufig auf Wiesen. — *Cichorium* Intybus, an Wegen überall; die geröstete Wurzel dient als Kaffeesurrogat; C. Endivia, Endivie, Gemüsepflanze.

Offizinell: Folia Farfarae von Tussilago Farfara; Radix Helenii von Inula Helenium in Südeuropa; Flores Arnicae von Arnica montana; Herba Absynthii von Artemisia Absynthium; Flores Cinae, Wurmsame, von Artemisia maritima in Turkestan; Flores Chamomillae von Matricaria Chamomilla; Herba Cardui Benedicti von Cnicus benedictus in Südeuropa; Lactucarium von Lactuca virosa; Radix Taraxaci cum herba von Taraxacum officinale.

Register.

Abfallen der Blätter 78.
Abies 191.
—, männliche Blüthe 186.
Abietineae 190.
—, Knospe 25.
Abortus 208.
Abschnürung der Sporen 43. 138.
Absorbirte Nährstoffe 90.
Acacia 298.
—, Blatt 22.
—, Phyllodien 17.
Acajouholz 278.
Acanthaceae 308.
Acanthus 308.
Acer 280.
—, Keimung 246.
—, Knospe 25.
Acerineae 279.
Acetabularia 132.
Achaenium 219.
Achillea 317.
Achimenes 308.
Achlya, Schwärmsporenbildung 44.
Achse 2.
Achselknospen 15.
Achsenbürtige Samenanlagen 204.
Aconitum 265.
— Fruchtknoten 202.
Acorus 235.
Acrogynae 164.
Acrosticheae 177.
Actaea 265.
Aculei 29.
Acyklisch 206.
Adernetz der Blätter 19. 56.
Adiantum 177.
Adlerfarn 177.
Adonis 265.
Adventive Entstehung 4.
Adventivsprosse 16.
Aecidium 152. 154.
Aegopodium 286.
Ährchen 237.
Ähre 221.
Ährenköpfchen 223.
Ährentraube 223.
Aesculinae 249. 279.
Aesculus 279.
—, Knospe 25.
Aethalium 137.
Aethusa 286.
Äußere Lebensbedingungen 81.
Agaricinen 156.
Agaricus 155. 157.
Agathosma 278.
Agave 230.
Aggregatae 250. 314.
Agrimonia 295.
Agrostemma 263.
Agrostideae 239.
Agrostis 239.
Ahorn 280.
—, Zucker 42.
Aigeiros 254.
Ailanthus 279.
Aira 239.
Aiuga 309.
Aizoaceae 263.
Akazie 297.
Aklei 265.
Akrokarpische Moose 168.
Akropetale Anordnung 4.
Aktinomorph 210.
Alae 296.
Alchemilla 295.
—, Blatt 20.
Aldrovanda 274.
Aleuronkörner 40.
Algen 119. 123. 126.
—, Farbstoffe 36.
Alisma 245.
Alismaceen 244.
Alkaloide 85. 95.
Allium 229.
—, Staubblatt 199.
Alnus 251.
—, Knospe 25.
Aloe 228.
Alopecurus 239.
Alpenrose 299.
Alpinia 241.
Alsine 262.
Alsineae 262.
Alsophila 177.
Alströmeria 230.
Alternation 6.
Althaea 276.
Aluminium 85.
Alyssum 271.
Amanita 157.
Amarantaceae 261.
Amarantus 261.
—, Farbstoff der Blätter 36.
Amaryllideae 230.
Amaryllis 230.
Amelanchier 296.
Amentaceae 248. 250.
Amentum 224.
Ammoniak 91.
Amöbenartige Bewegung 34.
Amorpha 297.
Ampelideae 282.
Ampelopsis 282.
Ampfer 260.
Amphigastrien 164.
Amygdaleae 294.
Amygdalus 294.
Amylum 39.
Anacardiaceae 279.
Anacrogynae 164.
Anagallis 301.
Ananassa 232.
Anatrope Samenanlagen 206.
Andira 297.
Andraea 167.
Andraeaceae 167.
Androeceum 196. 198.
Andropogoneae 239.
Anemone 264.
Anemoneae 264.
Anethum 285.
Aneura 164.
Angelica 285.
Angiopteris 177.
Angiospermen 120. 195.
Angustiseptae 271.

Anis 286.
Anisocarpeae 250. 301.
Annulus 176. 181.
Anordnung seitlicher Glieder 5.
Anorganische Stoffe 85. 90.
Anthela 224.
Anthemis 317.
Anthere 198.
Antheridien 111. 158. 170.
Anthoceros 165.
Anthoceroteae 165.
Anthocyan 42.
Anthoxanthum 239.
Anthriscus 286.
Anthyllis 297.
Antiaris 256.
Antipoden 215.
Antirrhinum 307.
Apfel 295.
Aphanocyclicae 249. 263.
Apium 286.
Apocyneae 303.
Apogamie 116.
Apokarpes Gynäceum 201.
Apophyse 192.
Apothecium 147. 149.
Apposition 36.
Aprikose 294.
Aquilegia 265.
Arabideae 271.
Arabisches Gummi 96. 298.
Araceae 234.
—, Blätter 226.
—, Luftwurzeln 29.
Arachis 297.
Araliaceae 286.
—, Strangverlauf 247.
Araucaria 193.
Araucarieae 192.
Arbutus 299.
Archangelica 285.
Archegoniaten 120.
Archegonium 111. 159. 171. 186.
Archesporium 161. 172.
Archidium 167.
Arctostaphylos 299.
Arcyria 136.
Ardisia 301.
Arenaria 262.
Arillus 188. 194.
Arista 238.
Aristolochia 258.
—, Bestäubung 213.
Aristolochieae 258.
Armeria 301.
Arnica 317.
Arrow-root 241.
Art 121.
Artemisia 317.
Artischocke 317.
Artocarpus 256.
Arum 235.
Arundineae 239.
Asa foetida 286.
Asarum 258.
Asche 85.
Asclepiadeae 303.
—, Milchröhren 54.
Asclepias 303.
Ascobolus 148.
Ascogon 144.
Ascomyceten 139. 144.
Ascus 44. 138. 144.
Asparageae 230.
Asparagin 85. 95.
Asparagus 230.
Aspe 254.
Aspergillus 145. 146.
Asperifoliae 305.
Asperula 312.
Aspidium 177.
— innere Haare 48.
Asplenium 177.
Assimilation 92.
Ast 26.
Aster 317.
Asteroideae 317.
Astragalus 297.
Astrantia 285.
Asymmetrische Blüthen 210.
Athemhöhle 71.
Athemöffnung 163.
Athmung 97.
Athyrium 177.
Atragene 264.
Atropa 305.
Atrope Samenanlagen 205.
Aucuba 286.
Aufnahme der Nährstoffe 89.
Augentrost 307.
Aurantieae 276.
Ausläufer 26.
Außenkelch 198.
Autor 121.
Auxosporen 128.
Avena 239.
Avenaceen 239.
Azalea 299.
Azolla 179.

Bacca 218.
Bacillus 126.
Bacterium 126.
Bälglein 237.
Baeomyces 150.
Balanophora 259.
Balanophoreae 248. 259.
Baldrian 314.
Balg der Grasblüthe 237.
Balgfrucht 217.
Ballota 309.
Balsam 48.
Balsamea 279.
Balsamineae 277.
Bambusa 237.
Banane 241.
Bangia 136.
Barbula 169.
Barosma 278.
Baryum 85.
Basidie 138. 155.
Basidiomyceten 139. 154.
Basis 1.
Bast 66.
Bastard 116.
Bastfasern 58. 66.
Bastkörper 58. 63. 66.
Batatas 304.
Batrachospermum 136.
Bauchnaht 202.
Bauchpilze 157.
Baum 247.
Baumbart 150.
Baumfarne 174. 177.
—, Luftwurzeln 29.
Baumwolle 72. 276.
Baustoffe der Zelle 93.
Beere 218.
Befruchtung 110. 214.
Begonia 289.
—, Krystalle 41.
—, Strangverlauf 247.
Begoniaceae 289.
Bellis 317.
Benzoe 301.
Berberideae 266.
Berberis 267.
—, Bewegung der Staubblätter 106.
—, Blattdornen 23. 24.
Bergenia 287.
Bertholletia 292.
Besenpfrieme 297.
Bestäubung 211.
Beta 261.
Betonica 309.
Betula 251.
Betuleae 251.
Bewegungen des Protoplasmas 34.
Biatora 150.
Bicornes 250. 299.
Bierhefe 141.
Bignoniaceae 308.
Bilateral 2.
Bilsenkraut 305.
Binse 230. 236.
Biota 194.
Birke 251.
Birnbaum 296.
Bixa 272.
Bixaceae 272.
Blättchen 22.
Blasenstrauch 297.
Blasia 164.

Blatt 14. 16. 24.
Blattdornen 23.
Blattformationen 24.
Blatthäutchen 17.
Blattnarbe 15.
Blattnerven 17.
Blattranken 23.
Blattrosetten 15.
Blattspurstränge 56.
Blattstellung 5.
Blauholz 298.
Bleichsucht 91.
Blitum 261.
Blüthe 25. 181. 185. 195.
Blüthenboden 196.
Blüthenfarben 36. 42.
Blüthenformeln 209.
Blüthenhülle 196. 197.
Blüthenstände 220.
Blüthenstaub 200.
Blüthenstiel 196.
Blumenkohl 271.
Bluten der Reben u. Bäume 88. 89.
Blutendes Brod 126.
Bocksbart 318.
Böhmeria 256.
Bohne 297.
—, Bewegungen der Blätter 106.
—, Schlingen des Stammes 107.
Bohnenkraut 309.
Boletus 156.
Boragineae 305.
Boraginoideae 306.
Borago 306.
Borke 74.
Borneokampher 273.
Borstengras 239.
Bostryx 223.
Botrychium 178.
Botrydium 132.
Brachypodium 240.
Brachythecium 169.
Bracteae 25.
Brandpilze 140.
Brassica 271.
—, Frucht 218.
Brassiceae 271.
Brayera 295.
Brechnuß 303.
Brennessel 256.
Brennhaare 72.
Briza 240.
Brodbaum 256.
Brom 85. 92.
Brombeere 295.
—, Stachel 29.
Bromeliaceae 231.
Bromus 240.
Broussonetia 256.
Bruchfrüchte 217.
Brunella 309.
Brunnkresse 271.
Brutknospen 16. 162.
Bryinae 167.
Bryonia 312.
Bryum 169.
Buche 253.
—, Blatt 20.
—, Blattstellung 10.
—, Knospe 25.
Buchweizen 261.
Buellia 150.
Bulbus 28.
Bulgaria 148.
Bupleurum 285.
—, Blatt 20.
Burseraceae 279.
Butomus 245.
—, Fruchtknoten 205.
—, Blattstellung 10.
Buxaceae 283.
Buxbaumia 169.
Buxus 283.

Cabombeae 266.
Cacao 275.
Cacteae 289.
Caeoma 154.
Caesalpinia 298.
Caesalpiniaceae 298.
Cajaputöl 292.
Calabarbohne 297.
Calamagrostis 239.
Calamus 233.
Calceolaria 307.
Calcium 85. 91.
Calicanthaceae 266.
Calicanthus 266.
Calicieae 150.
Caliciflorae 249. 284.
Calicinisch 197.
Caliculus 198.
Calix 197.
Calla 235.
Callistemon 292.
Callistephus 317.
Callithamnion 136.
Callitriche 283.
Callitrichineae 283.
Calluna 299.
Callus 77.
—, der Siebröhren 53.
Calosphaeria 146.
Calothamnus 292.
Caltha 265.
Calyptra 160.
Calystegia 304.
Cambiform 58.
Cambium 58. 62. 67.
Cambiumring 190. 247.
Camellia 273.
Campanula 310.
—, Füllung der Blüthe 200.
Campanula, Milchröhren 54.
Campanulaceae 310.
Campanulinae 250. 310.
Campecheholz 298.
Camphora 268.
Campylospermeen 285.
Campylotrope Samenanlagen 206.
Canna 241.
Cannabineae 257.
Cannabis 257.
Cannaceae 241.
Cantharellus 157.
Capillitium 137. 157.
Capitulum 221.
Capparideae 271.
Capparis 272.
Caprifoliaceae 313.
Capsella 271.
—, Blatt 22.
Capsicum 305.
Capsula 217.
Caragana 297.
Cardamomen 241.
Carduus 317.
Carex 237.
— arenaria, Rhizom 27.
Carica 289.
Cariceae 236.
Carina 296.
Carlina 317.
Carludovica 233.
Carpinus 252.
Carpophorum 284.
Carrageen 136.
Carthamus 317.
Carum 219. 286.
Caruncula 283.
Carya 253.
Caryophyllaceae 262.
Caryophylli 292.
Caryopse 219.
Cascarillarinde 283.
Cassia 298.
Cassytha 267.
Castanea 253.
Casuarineae 255.
Catalpa 308.
Catechu 313.
Caucalis 286.
Caulerpa 132.
Caulis 26.
Ceder 192.
Cedernholz 278.
Cedrela 278.
Cedrus 192.
Celastrineae 281.
Cellulose 32. 36. 38. 85. 93.
Celosia 261.
Celtis 258.
Centaurea 317.
—, Bewegung der Staubfäden 106.

Centranthus 314.
Centrifugalkraft 108.
Centrolepideen 232.
Centrospermae 249. 260.
Cephalanthera 243.
Cephalotaxus, Krystalle 41.
Ceramium 136.
Cerastium 262.
Ceratodon 169.
Ceratonia 298.
Ceratophylleae 258.
Ceratophyllum 258.
Cercis 298.
Cereus 289.
Ceroxylon, Wachs 71.
Cetraria 150.
Chaerophyllum 286.
Chamaecyparis 194.
Chamaedorea 232.
Chamaerops 233.
Champignon 157.
Chara 135.
Characeae 119. 124. 134.
Cheiranthus 271.
Chelidonium 268.
Chemische Wirkungen des Lichtes 83.
Chenopodieae 261.
Chenopodium 261.
Chinarinden 313.
Chlamydomonadeae 129.
Chlamydomonas 129.
Chlor 85. 92.
Chlorideae 239.
Chlorophyceen 119. 124. 128.
Chlorophyll 35. 86.
—, Verhalten in der Kälte 83.
Chlorophyllbildung 83.
Chlorophyllkörner 35. 92.
—, Bewegung 105.
Chlorophyllkörper 35.
Chloroplastiden 35.
Chlorotische Pflanzen 91.
Chondrus 136.
Choripetal 197.
Christophskraut 265.
Chromoplastiden 36.
Chroolepus 131. 148. 150.
Chrysanthemum 317.
Chrysomyxa 154.
Chrysosplenium 287.
Chytridiaceen 139. 140.
Cibotium 177.
Cichorium 318.
Cicuta 286.
Cina 318.
Cinchona 313.
Cincinnus 223.
Cinnamomum 268.
Circaea 290.
Cirkulation des Protoplasmas 34.
Cirrhus 27.
Cirsium 317.
—, Bastarde 116.
Cistiflorae 249. 272.
Cistineae 272.
Cistus 272.
Citrone 218. 278.
—, Öllücken 49.
Citrullus 312.
Citrus 278.
—, Blatt 22.
Cladonia 150.
Cladophora 131.
Cladophoreae 131.
Cladophorinae 131.
Cladostephus 134.
Cladrastis 297.
Clavaria 155.
Clavarieen 155.
Claviceps 147.
Clematideae 263.
Clematis 264.
Clinopodium 309.
Closterium 127.
Clusiaceae 273.
Cnicus 317.
Coca 280.
Cochenille 289.
Cochlearia 271.
Cocos 233.
Coelospermeen 285.
Cönobium 129.
Coffea 313.
Colchicum 228.
—, Frucht 218.
Coleochaetaceen 131.
Coleochaete 131.
Coleosporium 154.
Collaterale Stränge 60.
Collema 144. 151.
Collenchym 69.
Colocasia 235.
Colombowurzel 266.
Coloquinte 312.
Columella 161.
Columnea 308.
Columniferae 249. 274.
Colutea 297.
Commelyna 232.
Commelynaceae 232.
Compositae 315.
—, Fruchtknoten 205.
—, Ölgänge 49.
Condurangorinde 303.
Conferva 131.
Conidien 144. 145.
Coniferae 120. 188. 189.
—, Harzgänge 49. 66.
Conjugaten 119. 123. 126.
Conjugation 46. 111.
Conjugation der Schwärmzellen 111. 129.
Conium 286.
Connektiv 198.
Contortae 250. 301.
Convallaria 230.
Convolvulaceae 304.
Convolvulus 304.
—, Krone 196.
Copaifera 298.
Coprinus 157.
Copulation 46. 111.
Corallina 136.
Corallorrhiza 243.
Corchorus 275.
Cordyceps 147.
Coriandrum 286.
Cormophyten 120.
Cornaceae 286.
Cornus 286.
—, Knospen 24.
Corolla 197.
Corollinisch 197.
Coronilla 297.
Corticium 155.
Corydalis 269.
—, Cotyledon 246.
Coryleae 251.
Corylus 251.
Corymbus 224.
Cosmarium 127.
Costae 285.
Cotinus 279.
Cotoneaster 295.
Cotyledonen 187. 215. 225. 246.
Crassula 287.
Crassulaceae 286.
Crataegus 295.
Crocus 231.
Croton 283.
Crucibulum 157.
Cruciferae 269.
Cubeba 255.
Cucubalus 262.
Cucumis 312.
Cucurbita 312.
—, Bau der Stränge 61.
Cucurbitaceae 312.
Cuphea 291.
Cupressineae 193.
Cupressus 194.
Cupula 216. 252.
Cupuliferae 250.
Curare 303.
Curcuma 241.
Cuscuta 304.
—, Saugwurzeln 29.
Cuscuteae 304.
Cuticula 71.
Cuticularisirung 38.
Cyanophyceae 125. 148. 151.
Cyathea 177.

Cyatheaceae 177.
Cyathium 282.
Cyathus 157.
Cycadeae 120. 188.
Cycas 189.
Cyclamen 301.
Cyclantheae 233.
Cydonia 296.
Cyklische Blüthen 207.
Cyklus 7.
— in der Blüthe 207.
Cylindrospermum 125.
Cyma 223.
Cymöse Verzweigung 11. 223.
Cynara 317.
Cynareae 317.
Cynodon 239.
Cynoglossum 306.
Cynomorium 259.
Cyperaceae 236.
Cyperus 236.
Cypresse 194.
Cypripedium 243.
Cystokarpien 136.
Cystolithen 41.
Cystopus 144.
Cytinus 259.
Cytisus 297.

Dactylis 240.
Daedalea 156.
Dahlia, knollige Wurzeln 29.
Dammara 193.
Danaea 177.
Daphne 292.
—, Kelch 196.
Darlingtonia 274.
Dattel 233.
—, Keimung 225.
Dattelpalme 233.
Datura 305.
Daucus 286.
Dauergewebe 50.
Davallia 176.
Davalliaceae 176.
Deckschuppe 190. 250.
Deckspelze 237.
Decussirte Stellung 6.
Degradationsprodukte 95.
Dehiszenz 217.
Delesseria 136.
Delphinium 265.
Dematophora 147.
Desmidiaceae 127.
Deutzia 288.
Diadelphe Staubblätter 200.
Diagonale Stellung 209.
Diagramm 6.
— der Blüthe 207.
Dianthus 263.
—, Kronenblatt 198.
Diatomeen 119. 123. 127.
Diatrype 146.
Dichasium 12. 223.
Dichogamie 212.
Dichopsis 301.
Dichotomie 4. 10.
—, falsche 12.
Dickenwachsthum d. Stämme und Wurzeln 62.
Dickenwachsthum der Zellhaut 37.
Dicksonia 177.
Diclytra 269.
Dicotyledonen 120. 224. 245.
—, Fibrovasalstränge 57.
Dicranum 168.
Dictamnus 278.
—, Öllücken 49.
Didymium 136. 137.
Didyname Staubblätter 200.
Diervilla 314.
Digitalis 307.
Diklinische Blüthen 195.
Dimorphismus 212.
Dinkel 240.
Diöcische Pflanzen 114. 195.
Dion 189.
Dionaea 274.
Dioscorea 231.
Dioscoreae 231.
Diosmeae 278.
Diosmose 80.
Diospyrinae 250. 301.
Diospyros 301.
Diplecolobeen 271.
Dipsaceae 315.
Dipsacus 315.
Dipterix 297.
Dipterocarpeae 273.
Discomyceten 147.
Discus 206.
Distel 317.
Divergenz 5.
Döldchen 223.
Dolde 222.
Doldengewächse 284.
—, Harzgänge 49.
—, hohle Stengel 48.
Dornen 23. 27.
Dorsiventral 2.
Dorsiventrale Blüthenstände 222.
Draba 271.
Dracaena 230.
—, Dickenwachsthum 67.
Drachenblutbaum 230.
Drosera 274.
—, Fleischfressen 97.
Droseraceae 274.
Drüsen 48. 73.
Drupa 219.
Dryadeae 295.
Dryas 295.
Dryobalanops 273.

Ebenaceae 301.
Ebenholz 301.
Ebenstrauß 224.
Echeveria 287.
Echinocactus 289.
Echinops 317.
Echinopsis 289.
Echium 306.
Ectocarpus 134.
Edelkastanie 253.
Edeltanne 192.
Ehretioideae 306.
Ei 111.
Eibe 194.
Eibisch 276.
Eiche 252.
—, Knospe 25.
Eichel 219.
Einbeere 230.
Einbrüderige Staubblätter 200.
Eingeschlechtige Blüthen 195.
Einhäusige Pflanzen 114. 195.
Einjährige Pflanzen 115.
Eisen 85. 91.
Eisenhut 265.
Eisenkraut 310.
Eiweißstoffe 85. 94.
Eizelle 111.
Elaeagneae 292.
Elaeagnus 293.
Elaeis 233.
Elaphomyces 146.
Elateren 161.
Elatineae 272.
Elektrizität 84.
Elettaria 241.
Eleutheropetal 197.
Eleutheropetalae 249. 260.
Eleutherophyll 197.
Eleutherosepal 197.
Elfenbein, vegetabilisches 233.
Elodea 245.
Embryo 112. 187. 215. 225. 246.
Embryonales Gewebe 100.
Embryosack 186. 215.
Embryoträger 187.
Emmer 240.
Empetreae 283.
Empetrum 283.
Empirisches Diagramm 208.
Empleurum 278.
Empusa 142.
Enantioblastae 227. 232.
Encephalartos 189.
Endivie 318.

Endocarpon 150.
Endodermis 69.
Endogen 5.
Endokarp 216.
Endophylleen 153.
Endophyllum 153.
Endosperm 186. 215.
Endosporium 161.
Endothecium 161.
Engelsüß 177.
Enteromorpha 130.
Entomophthoreen 139. 142.
Entstehung der Zellen 42.
Entstehungsweise der Glieder 3.
Enzian 302.
Epacrideae 300.
Ephebe 151.
Ephedra 195.
Ephemerum 167.
Epheu 286.
—, Harzgänge 49.
—, Kletterwurzeln 29.
Epicotyles Glied 187.
Epidermis 70. 87.
Epigynae 250.
Epigyne Blüthe 203.
Epikarp 216.
Epilobium 290.
Epimedium 267.
Epipactis 243.
—, Blüthe und Bestäubung 213.
Epipetale Staubblätter 207.
Epipogon 243.
Episepale Staubblätter 207.
Equisetinae 19. 172. 180.
Equisetum 180. 181.
Erbse 297.
—, Blatt 18.
—, Frucht 218.
Erdbeere 216.
—, Ausläufer 27.
Erdmandel 297.
Erfrieren 82.
Ergrünen 83.
Erica 299.
Ericaceae 299.
Erigeron 317.
Eriocauloneae 232.
Eriophorum 236.
Erle 251.
Erodium 220. 276.
Ersatzfaserzellen 64.
Ervum 297.
Eryngium 285.
Erysimum 271.
Erysiphe 146.
Erysipheae 145.
Erythraea 302.
Erythrophyll 42.
Erythroxyleae 280.
Erythroxylon 280.
Esche 302.
—, Knospen 25.
Eschscholtzia 268.
Esparsette 297.
Espe 254.
Etiolirte Pflanzen 103.
Euastrum 127.
Eucalyptus 292.
Eucyclicae 249. 276.
Eucyklische Blüthen 207.
Eugenia 291.
Eupatoriaceae 317.
Eupatorium 317.
Euphorbia 283.
—, Milchröhren 54.
Euphorbiaceae 282.
Euphorbium 283.
Euphrasia 307.
Eurhynchium 169.
Eurotium 145. 146.
Evernia 150.
Evonymus 281.
Exidia 154.
Exoascus 141.
Exobasidium 155.
Exogen 4.
Exosporium 161. 185. 191.
Extrorse Anthere 199.

Fächel 13. 223.
Fächer des Fruchtknotens 202.
Fächerpalme 233.
Fächerung der Zellen 42.
Fagineae 252.
Fagus 253.
—, Blatt 20.
—, Blattstellung 10.
Fahne 296.
Familien 121.
Farbstoffe 35. 42. 95.
Farne 172. 173.
—, Fibrovasalstränge 57. 61.
Farsetia 271.
Fasern 51.
Faserstränge 55.
Fatsia 286.
Fäulnis 96. 126.
Fäulnisbewohner 96. 137.
Fegatella 164.
Fehlschlagen 208.
Feige 216. 256.
Felsenbirne 296.
Fenchel 286.
Fermente 95.
Fernambucholz 298.
Ferula 286.
Festuca 240.
Festucaceae 239.
Fette 40. 93.
Feuerlilie 229.
Feuerschwamm 156.
Fibrovasalstränge 55.
Fibrovasalsystem 54. 55.
Fichte 192.
Ficus 256.
—, mehrschichtige Epidermis 71.
Fieberklee 303.
Filament 198.
Filices 172. 173.
Filicinae 119. 172. 173.
Fingerhut 307.
Fissidens 169.
Flachs 277.
Flachsseide 304.
Flächenständige Samenanlagen 205.
Flächenwachsthum der Zellhaut 36.
Flechten 145. 148.
—, Krystalle 41.
Fleischfressende Pflanzen 97.
Flieder 302.
Fliegenfalle 274.
Fliegenschwamm 157.
Flockenblume 317.
Florideen 135.
Flüchtige Öle 95.
Flügel 280. 296.
Flugbrand 140.
Fluor 85.
Föhre 192.
Foeniculum 286.
Foliolum 22.
Foliose Lebermoose 162.
Folium 24.
Folliculus 217.
Fontinalis 169.
—, Stammscheitel 76.
Formeln der Blüthen 209.
Fortpflanzung 110.
Fragaria 295.
—, Ausläufer 27.
Frangulinae 249. 281.
Frauenschuh 243.
Fraxinus 302.
Freie Zellbildung 44.
Fremdbestäubung 211.
Fritillaria 229.
Frondose Lebermoose 162.
Froschbiß 245.
Froschlöffel 245.
Frostspalten 83.
Frucht 215.
— der Hydropterides 180.
Fruchtblätter 185. 201.
Fruchthaufen 175.
Fruchtknoten 201.
Fruchtkörper 144. 154.
Fruchtschuppe 191.
Frühjahrsholz 65.
Frullania 165.
Fuchsia 290.
Fuchsschwanzgras 239

Fucus 133. 134.
Fuligo 137.
Fumago 146.
Fumaria 269.
Fumariaceae 268.
Funaria 169.
Fungi 119. 124. 137.
Fungus chirurgorum 157.
Funiculus 205.
Fuß 160. 171.
Fußstück 4. 11.

Gabelzweige 4. 11.
Gährung 96.
Gährungspilze 141.
Gänge 48.
Gänseblümchen 317.
Galactodendron 256.
Galanga 241.
Galanthus 230.
Galbanum 286.
Galeopsis 309.
Galgantwurzel 241.
Galium 312.
Gallae 253.
Gallertflechten 151.
Gallertpilze 154.
Gameten 111.
Gamopetal 197.
Gamopetalae 249. 298.
Gamophyll 197.
Gamosepal 197.
Garcinia 273.
Gastromyceten 140. 157.
Gattung 121.
Geaster 157.
Gefäß 33. 47. 52. 58. 63. 65.
Gefäßbündel 55.
Gefäßkryptogamen 170.
Gefäßpflanzen 120.
Gefüllte Blüthen 200.
Gekreuzte Blattstellung 6.
Gekrümmte Samenanlagen 206.
Gelbe Rübe 286.
Gemeinsame Wandung der Gewebezellen 46.
Generatio spontanea 42.
Generationswechsel 113. 114.
Genetische Spirale 7.
Genista 297.
Gentiana 302.
Gentianeae 302.
Genus 121.
Georgiaceae 169.
Gerade Samenanlagen 205.
Geraniaceae 276.
Geranium 276.
—, Blatt 22.
Gerbstoffe 95.
Germen 201.
Gerste 240.
Gerste, Stärke 40.
Geschlechtliche Fortpflanzung 110.
Geschlossene Fibrovasalstränge 58.
Geschlossene Knospen 25.
Gesneraceae 308.
Getreide 240.
Getüpfelte Tracheen 52.
Geum 295.
Gewebe 31. 46.
Gewebeformen 49.
Gewebespannungen 81. 102.
Gewebesysteme 54.
Gewürznelken 292.
Giftmorchel 158.
Gigartina 136.
Ginkgo 194.
Ginster 297.
Gladiolus 231.
Glandulae Lupuli 257.
Glechoma 309.
—, kriechender Stengel 27.
Gleditschia 298.
Gleicheniaceae 177.
Glieder des Pflanzenkörpers 1. 13.
Gliederhülse 219.
Gliederschote 219.
Globoide 40.
Globularia 310.
Globulariae 310.
Glockenblume 310.
Gloeocapsa 125.
Glumae 237.
Glumiflorae 227. 235.
Glycyrrhiza 297.
Gnetaceae 120. 188. 194.
Goldlack 271.
Gonidien 148.
Gonolobus 303.
Gossypium 276.
—, Haare d. Samenschale 72.
Gräser 237.
—, hohle Stengel 48.
—, Kieselsäuregehalt 39.
Gramineae 237.
Granatapfel 292.
Granne 238.
Granulose 39.
Graphideae 150.
Graphis 150.
Grasährchen 237.
Grasähre 238.
Grasrispe 238.
Gratiola 307.
Grenzzone 65.
Grevillea 293.
Griffel 204.
Grimmia 169.
Gruinales 249. 276.
Grundgewebe 55. 67.
Grundspirale 7.
Guajacum 277.
Gummi 48. 95.
Gummibaum 256.
Gummiharz 48.
Gurke 312.
Guttapercha 301.
Gutti 273.
Gymnadenia 243.
Gymnospermen 120. 184.
Gymnosporangieae 153.
Gymnosporangium 153.
Gymnostomum 168.
Gynäceum 196. 201.
Gynandrae 227. 242.
Gynostemium 242.
Gyrophora 150.

Haar 14. 29. 72.
—, inneres 48.
Habichtschwamm 155.
Haematococcus 129.
Haematoxylon 298.
Hafer 239.
Hagenia 295.
Haidekraut 299.
Hainbuche 252.
Halbgräser 236.
Hallimasch 157.
Haloragideae 290.
Hamamelideae 288.
Hanf 257.
Harzgänge 49. 59. 66.
Haselnuß 219. 251.
Hauptwurzel 28. 187.
Hausschwamm 156.
Hauswurz 287.
Hautschicht des Protoplasmas 34.
Hautsystem 55. 70.
Hedera 286.
Hedysarum, Bewegung der Blättchen 106.
Heidelbeere 300.
Helianthemum 272.
Helianthus 317.
— tuberosus, Knollen 27.
Heliotropismus 107. 108.
Heliotropium 306.
Helleboreae 265.
Helleborus 265.
—, Karpell 205.
Helobiae 228. 244.
Helvella 148.
Helvellaceen 148.
Hemicyklische Blüthen 207.
Hepaticae 119. 162.
Heracleum 286.
Herbstholz 65.
Herbstzeitlose 228.
Hermaphrodite Blüthen 195.
Herniaria 262.
Heteröcie 152.

Heteromerische Flechten 149.
Heterospore Pteridophyten 171. 178. 183.
Heterostylie 212.
Hexenbesen 154.
Hibiscus 276.
Hickory 254.
Himbeere 295.
Hippocrepis 297.
—, Blatt 22.
Hippophae 293
Hippurideae 290.
Hippuris 290.
Hirschzunge 177.
Hochblätter 25.
Hohle Stengel 48.
Holcus 239.
Holler 302. 313.
—, Farbstoff 42.
Hollunder 313.
Hollunderschwamm 154.
Holz 56. 63.
Holzfasern 58. 64.
Holzkörper 58. 63.
Holzparenchym 58. 64.
Homöomerische Flechten 149. 151.
Honiggras 239.
Honigthau 147.
Hopfen 257.
Hopfenbuche 252.
Hordeaceae 240.
Hordeum 240.
Hornklee 297.
Hortensie 288.
Hoya 303.
Hüllchen 223.
Hülle 222.
Hüllkelch 222.
Hüllspelzen 237.
Hülse 217.
Huflattich 317.
Humulus 257.
Humusbewohner 96.
Hundspetersilie 286.
Hutpilze 154.
Hyacinthus 228.
— Zwiebel 27.
Hybridität 116.
Hydneen 155.
Hydnora 259.
Hydnum 155.
Hydrangea 288.
Hydrocharideae 245.
Hydrocharis 245.
Hydrocotyle 285.
Hydrodictyeae 129.
Hydrodictyon 129.
Hydropterides 172. 178.
Hylocomium 169.
Hymenium 144. 155.
Hymenogastreen 157.
Hymenomyceten 140. 154.
Hymenophyllaceae 176.
Hymenophyllum 176.
Hyoscyamus 305.
— Frucht 218.
Hypericineae 272.
Hypericum 272.
Hyphen 138.
Hypnum 169.
Hypocotyles Glied 187.
Hypoderma 69.
Hypogynae 250. 301.
Hypogyne Blüthen 203.
Hyssopus 309.
Hysterium 147.
Hysterophyta 258.

Jaborandi 278.
Jacaranda 308.
Jahresringe 64.
Jahrestrieb 26.
Jalapa 262. 304.
Jasione 311.
Jasmineae 302.
Jasminum 302.
Jateorrhiza 266.
Iberis 270.
Ilex 281.
Ilicineae 281.
Illicieae 266.
Illicium 266.
—, Frucht 216.
Imbibition 80.
Immergrün 303.
Impatiens 277.
Imperatoria 286.
Indigo 271. 297.
Indigofera 297.
Indusium 175.
Infloreszenz 220.
Infusorienerde 128.
Ingwer 241.
Insertion des Blattes 15.
Insertionspunkt 5.
Integument 185.
Intercellularräume 48.
Internodien 15. 101.
Introrse Antheren 199.
Intussusception 36.
Inula 317.
Inulin 42. 93.
Involucellum 223.
Involucrum 160. 164. 222.
Jod 85. 92.
Johannisbeere 288.
Johannisbrod 298.
Johannistrieb 26.
Ipecacuanha 313.
Ipomoea 304.
—, windender Stengel 28.
Irideae 231.
Iris 231.
Isatis 271.
Isländisches Moos 150.
Isnardia 290.
Isocarpeae 250. 298.
Isoeteae 173. 184.
Isoetes 184.
Isomere Quirle 207.
Isospore Pteridophyten 171.
Judasbaum 298.
Judenkirsche 305.
Juglandeae 253.
Juglans 253.
Juliflorae 248. 250.
Juncaceae 230.
Juncagineae 244.
Juncus 230.
Jungermannia 165.
Jungermanniaceae 164.
Juniperus 194.
Jute 275.

Kätzchen 124. 250.
Kaffeebaum 313.
Kahmpilz 141.
Kaiserkrone 229.
Kalium 85. 91.
Kalksalze 91.
Kalmus 235.
Kamala 283.
Kamille 317.
Kammern d. Fruchtknotens 202.
Kampher 268.
—, Harzschlauch 53.
Kanadabalsam 192.
Kanalzellen 159. 171.
Kapern 272.
Kapsel 217.
— der Moose 160.
Kapuzinerkresse 277.
Kapuzinerpilz 156.
Karpell 201.
Karpellbürtige Samenanlagen 204.
Kartoffel 305.
—, Knolle 28. 64.
—, Krankheit 143.
—, Stärke 39.
Kastanie 253.
Kaulfussia 177.
Kautschuk 54. 283.
Keim 112.
Keimblätter 187.
Keimwurzel 187.
Kelch 197.
Kern der Zelle 32. 34.
— der Samenanlage 186.
Kernholz 66.
Kernkörperchen 34.
Kernpilze 146.
Kerria 294.
Kiefer 192.
—, Borke 75.
Kieselguhr 128.

Kieselsäure 38. 92.
Kirsche 294.
—, Farbstoff 42.
Kirschgummi 49. 96.
Kirschlorbeer 294.
Klappen 237.
Klappenspaltig 217.
Klausen 203.
Klee 297.
—, Blatt 22.
Klette 317.
Kletterwurzeln 29.
Klopstockia, Wachs 71.
Knäuelgras 240.
Knautia 315.
Knoblauch 229.
Knolle 28.
Knospe 15.
Knospenlage 23.
Knospenschuppen 24.
Knoten 15.
Kobalt 85.
Köleria 240.
Köpfchen 221.
Köpfchenhaare 72.
Kohl 271.
Kohlensäureaufnahme 86. 92.
Kohlenstoff 85.
Kohlrübe 271.
Kolben 221.
Konzentrische Stränge 61.
Kopfkohl 271.
Kopfsalat 318.
Koriander 286.
Kork 73.
Korkeiche 253.
Kornblume 317.
Kossoblüthen 295.
Krähenaugen 303.
Kräuter 115.
Krameria 298.
Krapp 312.
Kreise der Blüthe 207.
Kreuzdorn 281.
Krone 197.
Krummholzkiefer 192.
Krustenflechten 150.
Kryptogamen 120.
Krystalle 41.
Krystalloide 40.
Küchenzwiebel 229.
Kümmel 286.
Künstliche Systeme 118.
Kürbis 312.
Kuhbaum 256.
Kupfer 85. 92.
Kurztrieb 26.

Labellum 241. 242.
Labiatae 309.
Labiatiflorae 250. 306. 317.
Lacmus 150.
Lactarius 157.
Lactuca 318.
Lacunen 48.
Längsachse 2.
Längsschnitt 1.
Lärche 192.
—, Borke 74. 75.
Laichkraut 235.
Lamina 17.
Laminaria 134.
Lamium 309.
Langtrieb 26.
Lappa 317.
Larix 192.
Laserpitium 285.
Lateralschnitt 209.
Lathraea 308.
Lathyrus 297.
Latiseptae 271.
Laubblätter 24.
Laubflechten 150.
Laubmoose 119. 162. 166.
Lauch 229.
Laurineae 267.
Laurus 268.
Lavandula 309.
Lavendel 309.
Lebensbaum 194.
Lebensdauer d. Blätter 23.
Lebermoose 119. 162.
Lecanora 150.
Lecideaceen 150.
Legumen 217.
Leguminosae 249. 296.
Leimzotten 73.
Lein 277.
Leinsamen 38. 277.
Lemanea 136.
Lemna 235.
Lemnaceae 235.
Lentibularieae 308.
Lenticellen 75.
Lenzites 157.
Lepidodendreae 184.
Leuce 254.
Leuchten 99.
Leucobryum 168.
Leucodon 169.
Leucojum 230.
Leucoplastiden 36.
Levisticum 285.
Levkoje 271.
Libriformfasern 64.
Lichen islandicus 150.
Lichenes 148.
Lichtwirkungen 83.
— auf das Wachsthum 103. 108.
Liebesapfel 305.
Ligeria 308.
Ligula 17.
Liguliflorae 317.
Ligustrum 302.
Liliaceae 228.
Lilieae 228.
Liliiflorae 227. 228.
Lilium 229.
—, Staubblatt 198.
—, Fruchtknoten 204.
Limbus 197.
Linaria 307.
Linde 274.
—, Bast 66.
Lineae 277.
Linnaea 314.
Linné 118. 121.
Linse 297.
Linum 277.
Liriodendron 266.
—, Knospen 25.
Lithium 85. 92.
Lithospermum 306.
Litorella 310.
Livistona 233.
Lobelia 311.
Lobeliaceae 311.
Loculicid 217.
Löffelkraut 271.
Löwenmaul 307.
Löwenzahn 318.
—, Milchsaft 54.
Loganiaceae 303.
Lohblüthe 137.
Lolch 240.
Lolium 240.
Lomentaceae 271.
Lonicera 313.
—, Blatt 21.
Lophophytum 259.
Loranthaceae 259.
Loranthus 260.
Lorbeer 267.
Lotosblume 266.
Lotus 297.
Lücken 48.
Luftlücken 48.
Lufträume der Wasserpflanzen 98.
Luftwurzeln 29.
Lunularia 164.
Lupinus 297.
Luzerne 297.
—, Blatt 22.
Luzula 230.
Lychnis 262.
—, Kronenblatt 198.
Lycium 305.
Lycogala 137.
Lycoperdaceen 157.
Lycoperdon 157.
Lycopersicum 305.
—, Farbstoff der Frucht 36.
Lycopodiaceae 173. 182.
Lycopodinae 119. 173. 182.
Lycopodium 182.

Lycopsis 306.
Lygodium 177.
Lysimachia 301.
Lythrarieae 291.
Lythrum 291.

Maclura 256.
Macrocystis 134.
Männliche Blüthen 185.
Männliche Zellen 111.
Magnesium 85. 91.
Magnolia 266.
Magnoliaceae 266.
Magnolieae 266.
Mahagoniholz 278.
Majanthemum 230.
Maiglockchen 230.
Majoran 309.
Mais 239.
—, Frucht 225.
Makrosporangien 172. 185.
Makrosporen 171. 186.
Mallotus 283.
Malva 276.
Malvaceae 275.
Malzbereitung 98.
Mamillaria 289.
Mammuthbaum 193.
Mandel 219.
Mandelbaum 294.
Mangan 85.
Manglesia 293.
Mangrove 291.
Manihot 283.
Mannaesche 302.
Maranta 241.
Marasmius 157.
Marattia 177.
Marattiaceae 177.
Marchantia 163.
Marchantiaceae 163.
Marchantieae 163.
Mark 57. 69.
Markkrone 63.
Markscheide 63.
Markstrahlen 65.
Markverbindungen 57.
Marsilia 180.
Marsiliaceae 179.
Maßholder 280.
Matricaria 317.
Matthiola 271.
Mauerpfeffer 287.
Maulbeerbaum 256.
Maximum 82.
Mechanische Reizbarkeit 107.
Mechanische Wirkungen d. Lichts 83.
Mediane des Blattes 16.
Medianschnitt der Blüthe 209.
Medicago 297.
Medicago, Blatt 22.
Meerrettig 271.
Mehlthau 145. 146.
Mehrjährige Pflanzen 115.
Meisterwurz 286.
Melaleuca 292.
Melampsora 154.
Melampsoreae 153.
Melampyrum 307.
Melandryum 263.
Melanthaceae 228.
Meliaceae 278.
Melica 239.
Melilotus 297.
—, Fruchtknoten 202.
Melissa 309.
Melone 312.
Melonenbaum 289.
Melosira 128.
Membran 32. 36.
Menispermaceae 266.
—, Strangverlauf 247.
Mentha 309.
Menyanthes 303.
Mercurialis 283.
Merikarpien 219.
Merismopoedia 125.
Meristem 50.
Merulius 156.
Mesembryanthemum 263.
Mesocarpeae 127.
Mesokarp 216.
Mesophyll 68.
Mespilus 296.
Metamorphose 14.
Metrosideros 292.
Metzgeria 164.
Micellen 80.
Micrococcus 128.
Mikropyle 186.
Mikrosporangien 172. 185.
Mikrosporen 171. 185.
Milchröhren 54.
Milchsaft 54.
Milium 239.
Mimosa 298.
—, Bewegungen der Blätter 106.
Mimoseae 298.
Mimulus 307.
Minimum 82.
Minze 309.
Mirabilis 262.
Mispel 296.
Mistel 259.
Mittellamelle 46.
Mittelpunkt, organischer 2.
Mittelständiger Fruchtknoten 203.
Mnium 169.
Mohn 268.
—, Frucht 218.
—, Milchsaft 54.
Molekularstruktur 79.
Molinia 239.
Monadelphe Staubblätter 200.
Monochlamydeae 248. 250.
Monocotyledonen 120. 224. 225.
—, Fibrovasalstränge 57.
Monöcische Pflanzen 114. 195.
Monokarpische Blüthen 201.
Monokarpische Pflanzen 115.
Monomere Fruchtknoten 202.
Monopodium 11.
Monosymmetrisch 3. 210.
Monotropa 299.
Monotropeae 299.
Montia 263.
Moosblüthen 160.
Moose 158.
Morchella 148.
Moreae 256.
Morus 256.
Mougeotia 127.
Mucaria 313.
Mucor 141.
Multilateral 2.
Mundbesatz 168.
Musa 241.
Musaceae 240.
Muscari, Achselknospen 15.
Musci 119. 162. 166.
Muscineen 119. 158.
Muskatblüthe 267.
Muskatnuß 267.
Mutterkorn 147.
Mutterzelle 42.
Mycelium 138.
Myosotis 306.
Myosurus 265.
Myrica 254.
—, Wachsabscheidung 71.
Myricaria 273.
Myriceae 254.
Myriophyllum 291.
Myristica 267.
Myristiceae 267.
Myroxylon 297.
Myrrha 279.
Myrsineae 301.
Myrtaceae 291.
Myrtiflorae 249. 290.
Myrtus 291.
Myxomyceten 119. 124. 136.

Nabelstrang 205.
Nachtschatten 305.
Nachtstellung 105.
Nadelhölzer 190.
—, Harzgänge 49. 66.
—, Holzfasern 47. 64.
—, Krystalle 41.

Nadelhölzer, Quirläste 5.
Nährstofflösungen 91.
Nagel 197.
Naht 206.
Naiadeae 235.
Naias 235.
Namen der Pflanzen 121.
Narbe 204.
Narcissus 230.
Nardus 239.
Narren der Pflaumen 141.
Nasturtium 271.
Natrium 85. 92.
Natürliches System 118.
Navicula 128.
Nebenblätter 17.
Nebenkrone 197.
Nebenprodukte des Stoffwechsels 95.
Nebenwurzeln 29.
Neckera 169.
Nectria 146.
Nektarien 73. 206.
Nelke 263.
Nelumbieae 266.
Nelumbium 266.
Nemalion 135.
Neottia 243.
Nepentheae 274.
Nepenthes 274.
Nepeta 309.
Nerium 303.
Nervatur 17.
Netzförmige Verdickung 37.
Netztracheen 52.
Neuseeländischer Flachs 229.
Nickel 85.
Nicotiana 305.
—, Blüthe 196.
—, Fruchtknoten 205.
Nidularieae 158.
Niederblätter 24.
Nigella 265.
Nitella 134. 135.
Nopalea 289.
Normale Entstehung 3.
Nostoc 125. 148.
Notorrhizeen 270.
Nucamentaceae 271.
Nucellus 186.
Nucleus 34.
Nüßchen 219.
Nuphar 266.
Nuß 219.
Nutationen 103.
Nux 219.
Nyctagineae 262.
Nymphaea 266.
—, Lacunen 48.
Nymphaeaceae 266.
Nymphaeinae 266.

Oberhaut 70.
Oberschlächtige Blätter 165.
Oberständiger Fruchtknoten 203.
Ochrea 260.
Ocymum 309.
Oedogoniaceae 130.
Oedogonium 45. 130. 131.
Öffnen der Blüthen 106.
Ölbaum 302.
Öle 48. 85.
Ölpalme 233.
Ölstriemen 285.
Oenanthe 285.
Oenothera 290.
Offene Fibrovasalstränge 58.
Oidium 146.
Olea 302.
Oleaceae 301.
Oleander 303.
Onagraceae 290.
Oncidium 244.
Onobrychis 297.
Ononis 297.
Oogonium 111.
Oospore 112.
Ophioglosseen 178.
Ophioglossum 178.
Ophrys 243.
Opium 54. 268.
Opponirte Stellung 6.
Optimum 82.
Opuntia 289.
Opuntinae 249. 289.
Orange 218. 278.
—, Öllücken 49.
Orchideae 242.
—, Luftwurzeln 29.
Orchis 243.
Ordines 121.
Ordnungen 121.
Organe 1.
Organische Nahrungsstoffe 96.
Organische Stoffe 84.
Origanum 309.
Orobanche 308.
Orobancheae 308.
Orobus 297.
Orthoploceen 271.
Orthospermeen 285.
Orthostiche 6.
Orthotrichum 169.
Orthotrope Pflanzentheile 107.
Orthotrope Samenanlagen 205.
Oryza 239.
Oryzeae 239.
Oscillaria 125.
Osmunda 178.
Osmundaceae 177.
Ostrya 252.
Ovulum 185. 204.
Oxalideae 277.
Oxalis 277.
—, Bewegung der Blättchen 105. 106.
—, Trimorphismus 213.
Oxalsaurer Kalk 41. 90.
Oxycedrus 194.

Paeonia 265.
Paeonieae 265.
Palea der Gräser 237.
— der Compositen 316.
Paleae der Farne 174.
Palisanderholz 308.
Pallisadenparenchym 68.
Palmae 232.
Palmen 232.
—, Blätter 226.
Palmenöl 233.
Panamahüte 233.
Pandaneae 233.
Pandanus 233.
Pandorina 129.
Paniceae 239.
Panicoideae 238.
Panicula 224.
Panicum 239.
Panus 157.
Papaver 268.
—, Frucht 218.
Papaveraceae 268.
Papayaceae 289.
Papiermaulbeerbaum 256.
Papilionaceae 296.
Pappel 254.
Pappus 314.
Papyrus 236.
Paracorolla 197.
Paraguaythee 281.
Paranuß 292.
Paraphysen 144. 155. 160. 176.
Parasiten 96. 137.
Parasolschwamm 157.
Parastichen 8.
Parenchym 50. 67.
Parenchymstrahlen 65.
Parietaria 256.
Paris 230.
—, Staubblatt 199.
Parmelia 150.
Parnassia 287.
Paronychia 262.
Paronychieae 262.
Parthenogenesis 115.
Passiflora 289.
Passifloreae 289.
Passiflorinae 249. 288.
Passionsblume 289.
Pastinaca 286.
Patchouli 309.
Paulownia 307.

Pedicularis 307.
Pedunculus 196.
Pelargonium 276.
Pellia 164.
Pelorien 211.
Peltigera 150.
Penicillium 146.
Pentstemon 307.
Peperomia 255.
—, mehrschichtige Epidermis 71.
Perianthium 160. 164. 196. 197.
Pericambium 61.
Periderm 73.
Perigon 196. 197.
Perigyne Blüthen 203.
Perikarpium 216.
Periode des Wachsthums 101.
Perisperm 215.
Peristom 167.
Perithecium 146. 149.
Perlgras 239.
Peronospora 143.
Peronosporeae 139. 143.
Pertusaria 150.
Perückenstrauch 279.
Petala 197.
Petasites 317.
Petersilie 286.
Petiolus 17.
Petroselinum 286.
Petunia 305.
Peziza 44. 148.
Pezizaceen 148.
Pfaffenkäppchen 281.
Pfahlwurzel 28.
Pfeffer 255.
—, spanischer 305.
Pfefferminze 309.
Pfeilkraut 245.
Pfingstrose 265.
Pfirsich 294.
Pflaume 219. 294.
Phacidiaceen 148.
Phaeophyceen 119. 124. 133.
Phajus 244.
Phalarideae 239.
Phalaris 239.
Phalloideen 158.
Phallus 158.
Phanerogamen 120. 195.
Phascaceae 167.
Phascum 167.
Phasen des Wachsthums 100.
Phaseolus 297.
Phegopteris 177.
Phellogen 73.
Philadelpheae 288.
Philadelphus 288.
Philodendron 235.
Phleum 239.
Phloem 58. 63. 66.
Phloemparenchym 58.
Phlox 304.
Phoenix 233.
Phormium 229.
Phosphor 85. 90.
Phosphoreszenz 99.
Phosphorsäure 90.
Phragmidium 153.
Phragmites 239.
Phucagrostis 235.
Phycomyceten 139.
Phyllades 24.
Phyllanthus 283.
—, blattartige Zweige 26.
Phyllocactus 26. 289.
Phyllocladien 26.
Phyllocladus 26. 194.
Phyllodium 17. 298.
Physalis 305.
Physcia 150.
Physostigma 297.
Phytelephas 233.
Phyteuma 311.
Phytolacca 262.
—, Strangverlauf 247.
Phytolaccaceae 261.
Phytophthora 143.
Picea 192.
Picraena 279.
Pili 29.
Pilocarpus 278.
Pilularia 180.
Pilze 119. 124. 137.
Pimpernuß 281.
Pimpinella 286.
Pinaster 192.
Pinguicula 308.
Pinie 192.
Pinnularia 128.
Pinus 192.
—, Keimung 187.
Piper 255.
—, Perisperm 215.
Piperaceae 255.
—, Strangverlauf 247.
Piperinae 248. 255.
Pirola 299.
Pirolaceae 299.
Pirus 296.
Pisang 241.
Pistacia 279.
—, Blatt 22.
Pistia 234.
Pistiaceen 234.
Pisum 297.
—, Blatt 18.
—, Frucht 218.
Pittosporeae 281.
Pittosporum 281.
Placenta 203.
Plagiochila 165.
Plagiotrope Pflanzentheile 107. 109.
Planogameten 111.
Plantagineae 310.
Plantago 310.
Plasmodiophora 137.
Plasmodium 137.
Plastiden 35.
Plataneae 288.
Platanus 288.
—, Borke 75.
Platte 197.
Pleomorphismus 139.
Pleospora 146.
Pleurococcaceae 129.
Pleurococcus 129.
Pleurokarpische Moose 169.
Pleurorrhizeen 271.
Plocamium 136.
Plumbagineae 301.
Plumbago 301.
Plumula 187.
Poa 240.
Poaeoideae 239.
Pockholz 277.
Podophyllum 267.
Pogostemon 309.
Polemoniaceae 304.
Polemonium 304.
Pollen 185. 200.
Pollenbildung 43.
Pollenkammer 189.
Pollenkörner 112. 185. 200.
Pollenmassen 201.
Pollensäcke 185. 200.
Pollenschlauch 185. 194.
Pollinodium 144.
Polycarpicae 249. 263.
Polychasium 12.
Polygala 280.
Polygaleae 280.
Polygam 195.
Polygoneae 260.
Polygonum 261.
Polykarpische Blüthen 201.
Polykarpische Pflanzen 115.
Polymere Fruchtknoten 202.
Polypodiaceae 176.
Polypodieae 177.
Polypodium 177.
Polyporeen 155.
Polyporus 156.
Polysiphonia 136.
Polysymmetrisch 3. 210.
Polytrichum 169.
Pomaceae 295.
Pontederiaceae 230.
Populus 254.
Porenkapsel 217.
Porphyra 136.
Porre 229.
Portulaca 263.
Portulacaceae 263.

Potamogeton 235.
Potentilla 295.
—, Außenkelch 198.
Praefoliatio 23.
Präventivsprosse 16.
Preißelbeere 300.
Preissia 164.
Primäre Rinde 67.
Primärer Bast 63.
Primäres Holz 63.
Primordialschlauch 34.
Primordialzellen 33.
Primula 300.
— Dimorphismus 212.
Primulaceae 300.
—, Placenta 205.
Primulinae 250. 300.
Progressive Reihenfolge 4.
Promycelium 140. 152.
Prophylla 196.
Prosenchym 50.
Protandrisch 212.
Protea 293.
Proteaceae 293.
Proteinkörner 40. 95.
Proteinstoffe 94.
Prothallium 170. 186.
Protococcoideae 129.
Protogyn 212.
Protonema 158. 161.
Protoplasma 32. 33.
Prunus 294.
— spinosa, Dorn 28.
Pseudoparenchym 138.
Pseudopodium 167.
Pseudotsuga 192.
Psilotaceae 173. 183.
Psilotum 183.
Psychotria 313.
Ptelea 278.
Pterideae 177.
Pteridium 177.
Pteridophyten 119. 170.
Pteris 177.
Pterocarpus 297.
Ptilophyllum 175.
Puccinia 153.
Puccinieae 153.
Pulmonaria, Dimorphismus 212.
Punica 292.
Pycniden 145.
Pyrenoide 35.
Pyrenomyceten 146.
Pythium 143.
Pyxidium 217.

Quassia 279.
Quecke 240
Quellbarkeit 80.
Querbalken 37.
Quercus 252.
Querschnitt 2.
Quirl 5.
Quitte 296.
Quittenschleim 38.

Racemöse Verzweigung 11. 221.
Racemus 221.
Radiär 2.
Radiale Stränge 61.
Radicula 187.
Radula 165.
Rafflesia 259.
Rainfarn 317.
Ramalina 150.
Ramié 256.
Ramus 26.
Randständige Samenanlagen 204.
Ranken 23. 27. 107.
Ranunculaceae 263.
Ranunculus 265.
Raps 271.
Ratanhiawurzel 298.
Raute 278.
Reboulia 164.
Receptaculum 175.
Regelmäßige Blüthen 210.
Reihen 121.
Reis 239.
Reizbarkeit 104.
Reizbewegungen 104.
Rennthierflechte 150.
Reseda 272.
Resedaceae 272.
Reservestoffe 94.
Restiaceen 232.
Rettig 271.
Revolutive Nutation 103.
Rhamneae 281.
Rhamnus 281.
— cathartica, Verzweigung 13.
— Frangula, Knospen 24.
Rhaphanus 271.
Rhaphe 206.
Rhaphiden 41.
Rheum 260.
—, Fruchtknoten 205.
Rhinanthus 307.
Rhipsalis 289.
Rhizantheae 248. 259.
Rhizocarpon 150.
Rhizoiden 30.
Rhizom 28.
Rhizomorpha 157.
Rhizophora 291.
Rhizopogon 157.
Rhododendron 299.
Rhodophyceen 119. 124. 135.
Rhodoraceae 299.
Rhodotypus 294.
Rhoeadinae 249. 268.
Rhus 279.
Rhytisma 148.
Ribes 288.
Ribesiaceae 288.
Riccia 163.
Riccieae 163.
Ricciocarpus 163.
Richardia 235.
Ricinus 283.
—, fettes Öl 40.
—, Staubblatt 199.
Riedgras 237.
Riefen 180. 285.
Rillen 180.
Rinde 57. 67.
Rindenporen 75.
Ring 176. 181.
Ringelborke 75.
Ringförmige Verdickung 37.
Ringtracheen 52.
Rispe 224.
Rispengras 240.
Rittersporn 265.
Rivularia 125.
Robinia 297.
—, Bewegung der Blättchen 106.
Roccella 150.
Röhre der Blumenkrone 197.
Röhren 51.
Röstelia 153.
Roggen 240.
Roggen-Stärke 40.
Rohrkolben 233.
Rohrzucker 42.
Rosa 294.
Rosaceae 293.
Rosenkohl 271.
Rosiflorae 249. 293.
Rosmarinus 309.
Roßkastanie 279.
Rostellum 242.
Rostpilze 151.
Rotation des Protoplasmas 34.
Rothbuche 253.
Rothe Rübe 261.
Rother Schnee 129.
Rothtanne 192.
Rubia 312.
Rubiaceae 312.
Rubiinae 250. 312.
Rubus 295.
—, Stachel 29.
Ruchgras 239.
Rüben 29.
Rübenkohl 271.
Rüster 257.
Rumex 260.
Runkelrübe 261.
Ruscus 230.
—, blattartige Zweige 26.
Rußbrand 140.
Rußthau 146.

Ruta 278.
Rutaceae 277.
Ruteae 277.

Sabina 194.
Saccharomyces 141.
Saccharomyceten 139. 141.
Saccharum 239.
Säulchenflechte 150.
Säuren 42. 85. 95.
Saflor 317.
Safran 231.
Sagina 262.
Sagittaria 245.
Sago 233.
Sagus 233.
Salbei 309.
—, Staubblatt 198.
Salep 244.
Salicineae 254.
Salix 254.
—, Bastarde 116.
—, Blatt 18. 20.
Salpetersaure Salze 91.
Salsola 261.
Salvia 309.
—, Staubblatt 198.
Salvinia 179.
Salviniaceae 178.
Sambucus 313.
—, Krone 196.
Same 120. 185. 187. 188. 215. 225. 245.
Samenanlage 185. 204.
Samenknospe 185.
Samenlappen 187.
Samenmantel 188.
Samenpflanzen 195.
Samenschale 187. 188.
Sammelfrucht 216.
Sanddorn 293.
Sanguisorba 295.
Sanguisorbeae 295.
Santalaceae 259.
Santalinae 248. 259.
Santalum 259.
Santelholz 259.
Sapindaceae 279.
—, Strangverlauf 247.
Sapindus 279.
Saponaria 263.
Sapoteae 301.
Saprolegnieae 139. 142.
Saprophyten 96. 137.
Sarcine 126.
Sargassum 134.
Sarothamnus 297.
Sarracenia 274.
Sarraceniaceae 274.
Sarsaparilla 230.
Sassafras 268.
Satureia 309.
Saubohne 297.
Sauerdorn 267.
Sauerklee 277.
Sauerstoff 85.
—, Aufnahme 97.
Saugwurzeln 29.
Saum 197.
Saxifraga 287.
—, Fruchtknoten 202.
Saxifragaceae 287.
Saxifraginae 249. 286.
Scabiosa 315.
Scapus 224.
Schachtelhalme 180.
—, hohle Stengel 48.
—, Kieselsäure 39.
Schafgarbe 317.
Schaft 224.
Schalotte 229.
Scheibenpilze 147.
Scheide 17. 221.
Scheinachse 11. 13.
Scheindolde 223.
Scheinfrucht 216.
Scheinquirl 5.
Scheitel 1.
Scheitelzelle 76.
Scheuchzeria 244.
Schichtung der Zellhaut 38. 39. 46.
Schierling 286.
Schierlingstanne 192.
Schiffchen 296.
Schildchen 226.
Schilf 239.
Schimmelpilze 141. 146.
Schistostega 169.
Schizaeaceae 177.
Schizomyceten 125.
Schizophyten 119. 123. 125.
Schläuche 51. 53.
Schlafbewegungen 105.
Schlafende Knospen 16.
Schlauch der Pilze 44. 138. 144.
— der Carexfrucht 236.
Schlauchpilze 144.
Schlehdorn 28.
Schleierchen 175.
Schleim 38.
Schleimpilze 136.
—, Krystalle 41.
Schleuderzellen 161.
Schließen der Blüthen 106.
Schließfrüchte 218.
Schließzellen 71.
Schlingende Stämme 27.
Schlingpflanzen 107.
Schlüsselblume 300.
Schmarotzer 96. 137.
Schneckenklee 297.
Schneeball 313.
Schneebeere 314.
Schneeglöckchen 230.
Schnittlauch 229.
Schollkraut 268.
Schötchen 270.
Schote 217. 270.
Schraubel 13. 223.
Schuppen 24.
Schuppenborke 74.
Schuppenwurz 308.
Schutzscheide 69.
Schwärmsporen 123. 138.
Schwärmzellen 123.
—, Bewegung zum Lichte 105.
Schwammparenchym 68.
Schwarzkiefer 192.
Schwarzwurzel 318.
—, Milchsaft 53. 54.
Schwefel 85. 90.
Schwerkraft 84. 103. 107.
Schwertlilie 231.
Schwingelgras 240.
Sciadopitys 193.
Scilla 229.
Scirpeen 236.
Scirpus 236.
Scitamineae 227. 240.
Scleranthus 262.
Sclerotium 147.
Scolopendrium 177.
Scorzonera 318.
Scrophularia 307.
Scrophularineae 306.
Scutellaria 309.
Scutellum 226.
Secale 240.
Secale cornutum 147.
Sedum 287.
Seegras 235. 237.
Seerose 266.
Segment 76.
Seidelbast 292.
Seifenwurzel 263.
Seitenwurzeln 29.
Seitliche Blüthen 209.
Sekretbehälter 48. 53. 59. 66. 67. 70. 73.
Sekretführende Intercellularräume 48.
Sekundäre Rinde 67.
Sekundärer Bast 63. 66.
Sekundäres Holz 63.
Selaginella 184.
Selaginelleae 173. 183.
Selbstbestäubung 211.
Seleri 286.
Sempervivum 287.
Senecio 317.
Senecionideae 317.
Senegawurzel 280.
Senf 271.
Sennesblätter 298.
Sepala 197.
Septicid 217.

Septifrag 217.
Sequoia 193.
Series 121.
Serpentariae 248. 258.
Setae 29.
Sexuelle Fortpflanzung 110.
Sherardia 313.
Sichel 13. 223.
Siebfelder 53.
Siebplatten 52.
Siebröhren 52. 58. 66.
Silene 263.
Sileneae 262.
Siler 285.
Silicium 85. 92.
Silicula 270.
Siliculosae 271.
Siliqua 217. 270.
Siliquosae 271.
Simarubeae 278.
Simultane Quirle 5.
Sinapis 271.
Sinnpflanze 298.
Siphoneae 132.
Siphonia 283.
Sisymbrieae 271.
Sisymbrium 271.
Sklerenchym 51. 69.
Sklerotische Zellen 51. 69.
Smilax 230.
Solanaceae 304.
Solanum 305.
Sommersporen 152.
Sonnenrose 317.
Sonnenthau 274.
Sophora 297.
Sorbus 296.
Soredien 149.
Sorus 175.
Spadiciflorae 227. 232.
Spadix 221.
Spaltöffnungen 71. 87.
Spaltpilze 125.
Spanischer Pfeffer 305.
Spannungen 81. 102.
Sparganium 233.
Spargel 230.
Spatha 221.
Specularia 310.
Spelz 240.
Spelzen 237.
Spergula 262.
Spermaphyten 195.
Spermatium 112. 144.
Spermatozoiden 111.
Spermogonien 144. 151.
Spezies 121.
Sphacelaria 134.
Sphaerella 146.
Sphaeria 146.
Sphaerophorus 150.
Sphaeroplea 131.
Sphaeropleaceae 131.
Sphagnaceae 166.
Sphagnum 166.
—, Trachee 51.
Spica 221.
Spicula 237.
Spiegelfasern 65.
Spilanthes 317.
Spinacia 261.
Spinae 23. 27.
Spinat 261.
Spiraea 294.
Spiraeaceae 294.
Spirale der Blattstellung 7.
Spiralige Verdickung 37.
Spiraltracheen 52.
Spirillum 126.
Spirogyra 45. 127.
Spirolobeen 271.
Spirre 224.
Spitze 1.
Splint 66.
Sporangien 137. 138. 141. 172. 176.
Sporen 110. 113. 138. 172.
Sporenbildung 43.
Sporidie 140. 152.
Sporogonium 160.
Spreite 17.
Spreublätter 315. 316.
Spreuschuppen 72. 174.
Springfrüchte 216.
Sproß 14.
Sprossung 43.
Squamae 24.
Stachelbeere 288.
Stacheln 29.
Stachys 309.
Stärke 39. 85. 93.
Stärkebildner 36.
Stärkecellulose 39.
Stärkekörner 39.
Stamina 198.
Staminodien 200.
Stamm 14. 15. 25. 26.
Stammeigene Stränge 58.
Stammranken 27.
Stapelia 303.
Staphylea 281.
Staphyleaceae 281.
Statice 301.
Staubbeutel 198.
Staubblätter 185. 198.
Staubfäden 198.
Staubgefäße 198.
Staubkolben 198.
Staubpilze 157.
Stauden 115.
Stechapfel 305.
Stechpalme 281.
Steinapfel 219.
Steinbrech 287.
Steinfrucht 219.
Steinklee 297.
Steinpilz 156.
Stellaria 262.
Stellungsverhältnisse der Blüthentheile 206.
Stengel 26.
Stengelglied 15.
Sterculiaceae 275.
Stereum 155.
Sterigma 138. 155.
Sternanis 226.
Stickstoff 85. 91.
Sticta 150.
Stiel 17.
Stielchen 22.
Stigma 204.
Stinkbrand 141.
Stipa 239.
Stipeae 239.
Stipulae 17.
Stoffwechsel 93.
Stolones 26.
Stränge 55.
Stratiotes 245.
Strauch 247.
Strauchflechten 149.
Streckung 100.
Streifung der Zellhaut 38.
Strobus 192.
Stroma 146.
Strontium 85.
Strychnos 303.
—, Same 215.
Stützblatt 15.
Stylus 204.
Styraceae 301.
Styrax 301.
Subgenus 121.
Succedane Quirl 5.
Succisa 315.
Süßholz 297.
Summitates Sabinae 194.
Sumpfcypresse 193.
Sumpfdotterblume 265.
Superponirte Quirle 6.
Swietenia 278.
Symmetrie der Blüthe 210.
Symmetrieverhältnisse 1.
Symphoricarpus 314.
Sympodium 11. 13.
Synchytrium 140.
Synergiden 215.
Synkarpes Gynäceum 201.
Synkarpium 216.
Synonym 121.
Syringa 301.
—, Knospen 25.
—, Verzweigung 13.
System 118.

Tabak 305.
Taccaceae 231.
Tagstellung 105.
Tamaricineae 273.

Tamarindus 2 8.
Tamarix 273.
Tanacetum 317.
Tanne 191.
Tannenwedel 291.
Tapioca 283.
Taraxacum 318.
—, Blüthenfarbstoff 36.
Taschen der Pflaumen 141.
Taubenessel 309.
Tausendguldenkraut 302.
Taxaceae 194.
Taxodium 193.
Taxus 194.
Teakbaum 310.
Tectona 310.
Teleutosporen 152.
Terebinthina 192.
Terebinthinae 249. 277.
—, Harzgänge 49.
Ternströmiaceae 273.
Terpentinöl 192.
Terra Orellana 272.
Tetradyname Staubblätter 200.
Tetraphis 168. 169.
Tetrasporen 136.
Teucrium 309.
Thalictrum 264.
Thallophyten 119. 122.
Thallus 14. 30.
Thaubeere 300.
Thea 273.
Theilfrüchte 219.
Theilung der Zelle 42.
— des Zellkerns 34.
Theilungsgewebe 50.
Thelephoreen 155.
Theobroma 275.
Theoretisches Diagramm 208.
Thesium 259.
Thlaspi 271.
—, Blatt 20.
Thuja 194.
Thuidium 169.
Thyllen 52.
Thymelaeaceae 292.
Thymelaeinae 249. 292.
Thymian 309.
Thymus 309.
Tilia 274.
—, Staubblatt 198.
Tiliaceae 274.
Tilletia 141.
Tmesipteris 183.
Toddalieae 277.
Tofjeldia 228.
Tollkirsche 305.
Toluifera 297.
Tonkabohne 297.
Torfmoose 166.
Torsionen 107.
Torus 196.
Tracheen 51. 58. 63.
Tracheiden 51. 63.
Tradescantia 232.
Tragantgummi 95. 297.
Tragblatt 15.
Tragopogon 318.
Trama 155. 157.
Trametes 156.
Transitorische Stärkebildung 95.
Transpiration 86.
Trapa 290.
Traube 221.
Traubenkirsche 294.
Traubenkrankheit 146.
Traubenzucker 42.
Tremella 154.
Tremellinen 140. 154.
Trennungsschicht 78.
Treppenförmige Verdickung 37.
Trespe 240.
Tribus 121.
Trichia 137.
Trichogyne 112. 135. 144.
Trichom 29.
Trichomanes 176.
Trichostomeae 169.
Tricoccae 249. 282.
Trientalis 301.
Trifolium 297.
—, Blatt 22.
Triglochin 244.
Trigonella 297.
Triticum 240.
Trockensubstanz 84.
Trollius 265.
Tropaeoleae 277.
Tropaeolum 277.
Trüffel 146.
Truncus 26.
Tsuga 192.
Tuber (Knolle) 28.
Tuber (Trüffel) 146.
Tuberaceae 146.
Tubiflorae 250. 304.
Tubuliflorae 317.
Tuburcinia 141.
Tubus 197
Tüpfel 37. 47.
Türkenbund 229.
Tulipa 229.
Tulpe 229.
Tulpenbaum 266.
Turgor 80. 102.
Tussilago 317.
Typha 233.
Typhaceae 233.

Überwallung 77.
Ulmaceae 257.
Ulme 257.
Ulmus 257.
Ulothrix 130.
Ulotrichaceae 130.
Ulotrichinae 130.
Ulva 130.
Ulvaceae 130.
Umbella 222.
Umbelliferae 284.
—, Frucht 219.
—, Placenta 205.
Umbelliflorae 249. 284.
Umbellula 223.
Umbilicaria 150.
Umgewendete Samenanlagen 206.
Uncinula 145.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung 110.
Ungleichseitiges Wachsthum 102.
Unregelmäßige Blüthen 210.
Unterdrückung 208.
Untergattung 121.
Unterschlächtige Blätter 165.
Unterständige Fruchtknoten 203.
Uredineae 140. 151.
Uredo 152.
Urgewebe 55. 75. 100.
Urginea 229.
Urmeristem 55. 75. 100.
Urocystis 141.
Uromyces 153.
Urtica 256.
Urticaceae 255.
Urticeae 255.
—, Cystolithen 41.
Urticinae 248. 255.
Usnea 150.
Ustilagineae 139. 140.
Ustilago 139.
Utricularia 308.

Vaccinieae 300.
Vaccinium 300.
—, Staubblatt 199.
Vacuolen 32. 34.
Vagina 17.
Valeriana 314.
Valerianeae 314.
Valerianella 314.
Valleculae 285.
Vallisneria 245.
Vanda 244.
Vanilla 244.
Varietäten 121.
Vaucheria 132.
Vegetationspunkt 3. 75. 100.
Vegetative Vermehrung 110.
Veilchen 273.
Velum 156.
Veratrum 228.
Verbascum 307.

Verbena 310.
Verbenaceae 309.
Verdoppelung 208.
Verdunstung 86.
Veredlung 78.
Vereinzelte Stellung 5.
Vergißmeinnicht 306.
Verholzung der Zellhaut 38.
Verjüngung der Zelle 45.
Verkorkung der Zellhaut 38.
Vermehrung 110.
Vernatio 23.
Veronica 307.
Verrucarieen 150.
Verschleimung der Zellhaut 38.
Verwundung 77.
Verzweigte Staubblätter 199
Verzweigung 3.
Verzweigungssysteme 10.
Vexillum 296.
Viburnum 313.
— Lantana, nackte Knospen 24.
Vicia 297.
—, Keimung 246.
Victoria 266.
Vielkernige Zellen 34.
Vielzellbildung 45.
Viermächtige Staubblätter 200.
Viertheilung der Zelle 43.
Vinca 303.
Vincetoxicum 303.
Viola 273.
Violarieae 273.
Viscum 259.
—, Verzweigung 12.
Vitis 282.
—, Ranken 28.
Vogelbeerbaum 296.
Vollzellbildung 45.
Volvocineae 129.
Volvox 130.
Vorblätter 196. 210.
Vorkeim 158.
Vorspelze 237.

Wachholder 194.
Wachs 71.
Wachsblume 303.
Wachsthum 99.
Wärme 81.
Wärmebildung 98.
Wahlvermögen 91.
Waid 271.
Waldmeister 312.
Waldrebe 264.
Wallnuß 254.
Wandspaltig 217.
Wasserfarne 172. 178.
Wasserfenchel 286.
Wassergehalt 84.
Wasserlinse 235.
Wassernuß 290.
Wasserpest 245.
Wasserschierling 286.
Wasserstoff 85.
Wasserströmung im Holz 87.
Wau 272.
Webera 169.
Weberdistel 315.
Wegerich 310.
Weibliche Blüthen 185.
Weibliche Zellen 111.
Weichbast 58.
Weichsel 294.
Weide 254.
—, Blatt 18. 20.
Weiderich 291.
Weihnachtsblume 265.
Weinstock 282.
—, Ranken 28.
—, Siebröhren 52.
Weisiaceae 168.
Weißbuche 252.
Weißdorn 295.
Weiße Rübe 271.
Weißtanne 192.
Weizen 240.
—, Stärke 40.
Wellingtonia 193.
Welwitschia 195.
Wermuth 317.
Wetterblume 317.
Weymouthskiefer 192.
Wickel 13. 223.
Wiesendistel 317.
Wilder Wein 282.
Winde 304.
Windende Stämme 26. 107.
Wintersporen 152.
Wirsing 271.
Wirtel 5.
Wistaria 297.
Wolfsmilch 283.
Wollgras 236.
Wucherblume 317.
Würzelchen 187.
Wundkork 77.
Wurmfarn 177.
Wurmsame 318.
Wurzel 14. 28.
—, Fibrovasalstränge 58. 61.
—, Verkürzung 102.
Wurzeldruck 88.
Wurzelhaare 72. 89.
Wurzelhaube 28. 76.
Wurzelstock 28.

Xanthoxyleae 278.
Xanthoxylum 278.
Xylaria 146.
Xylem 58. 63.
Xyrideae 232.

Yamswurzel 231.
Yucca 228.
—, Dickenwachsthum 67.

Zamia 189.
Zapfen 190.
Zaunrübe 312.
Zea 239.
Zelle 31. 33.
Zellengewebe 51.
Zellenpflanzen 120.
Zellfläche 46.
Zellhaut 31. 36.
Zellkern 32. 34.
Zellkörper 46.
Zellplatte 42.
Zellreihe 46.
Zellsaft 32. 41.
Zelltheilung 42.
Zellwand 32. 36.
Zerstreute Stellung 5.
Ziegenbart 155.
Zimmet 268.
Zingiber 241.
Zingiberaceae 241.
Zink 85. 92.
Zirbelkiefer 192.
Zittergras 240.
Zittwer 241.
Zoosporen 123.
Zostera 235.
Zucker 42. 85. 93.
Zuckerrohr 42. 239.
Zuckerrübe 261.
Zünfte 121.
Zürgelbaum 257.
Zuwachs des Holzes 94.
Zweibrüderig 200.
Zweig 26.
Zweigeschlechtig 195.
Zweihäusig 111.
Zweijährig 115.
Zweimächtige Staubblätter 200.
Zwergmännchen 130. 131.
Zwetschge 294.
Zwiebel 28. 229.
Zwischenzellräume 48.
Zwitterblüthen 195.
Zygnema 127.
Zygnemaceae 127.
Zygomorph 210.
Zygomyceten 139. 141.
Zygophylleae 277.
Zygospore 45. 112.
Zygote 112.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

